

Viimeistelyvalssaimen laakeripesien huoltosuunnitelma Outo-  
kummun kuumavalssaamolle

Eemeli Parikka

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö  
Konetekniikka  
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

## ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy Tornion terästehtaan kuumavalssaamolle. Ohjaajana yrityksen puolelta toimi kunnossapitoinsinööri Teemu Lomu, jota haluan kiittää opinnäytetyön aiheesta sekä tuesta lopputyön aikana. Kiitokset myös kuumavalssaamon vastaavalle mestarille Janne Junekselle, jonka asiantuntemuksesta oli suuri apu työn aikana. Kiitän myös laakerihuollon työntekijöitä, joiden tietotaito oli ensiarvoisen tärkeää työohjeen sekä riskikartoituksen luonnissa. Kiitokset myös hiomon sekä valsainten operaattoreille, joita haastattelemalla sai tietoa tätä työtä varten.

Kiitokset kuuluvat myös Lapin ammattikorkeakoululle sekä opinnäytetyön valvojalle Ville Rauhalalle hyvistä neuvoista, näkökulmista ja kannustuksesta tähän opinnäytetyöhön.

Erityiskiitokset menevät kotiin perheelleni sekä muille läheisille, jotka ovat tukeneet ja kannustaneet minua opintojeni aikana.

Torniossa joulukuuussa 2014,  
Eemeli Parikka

## TIIVISTELMÄ

## LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Teollisuus ja luonnonvarat

|   |   |
|---|---|
| Koulutusohjelma:  | Kone- ja tuotantotekniikka  |
| Opinnäytetyön tekijä:   | Eemeli Parikka  |
| Opinnäytetyön nimi:   | Viimeistelyvalssaimen laakeripesien huoltosuunnitelma<br>Outokummun kuumavalssaamolle |
| Sivuja (joista liitesivuja):  | 48 + 6  |
| Päiväys:  | 07.11.2014  |
| Opinnäytetyön ohjaaja:  | Ville Rauhala, Insinööri (ylempi AMK)   |
| Yrityksen valvoja:  | Teemu Lomu, Diplomi-insinööri   |
| <p>Opinnäytetyö tehtiin Outokumpu Stainless Oy:lle. Työn tarkoituksena oli tutkia ja kehittää viimeistelyvalssaimen tuki- sekä työvalssien laakeripesien huoltoa Outokummun terästehtaan kuumavalssaamolla Torniossa.</p> <p>Työssä käydään läpi viimeistelyvalssaimen laakeripesien huoltohistoria ja selvitetään, mikä on tämän hetken huoltotilanne. Työssä lasketaan teoreettinen kesto viimeistelyvalssaimen laakeripesien rasvan käyttöiälle. Toteutus tapahtuu kartoittamalla nykytilanne huoltoraporteista sekä haastattelemalla henkilöstöä.</p> <p>Tavoitteena on saada viimeistelyvalssaimen laakeripesille toimiva huolto-ohjelma, jossa on määritetty huoltoväli laakeripesille, joko aikaan tai valssaus kilometreihin perustuen. Työssä määritetään huollon yhteydessä vaihdettavat varaosat.</p> <p>Työssä on luotu kaksi malliennakkohuoltotyötä Outokummin kunnossapito - järjestelmään sekä huolto-ohje riskikartoituksineen työvalssaimen laakeripesälle. Työssä käydään läpi viimeistelyvalssaimen laakeripesien tarvitsemat varaosat sekä listaus varaosista dokumentoidaan Outokummun järjestelmään. Varaosien varastosaldot sekä tilausmäärät päivitetään uuden huolto-ohjelman mukaan.</p> |   |
| Asiasanat: kunnossapito, laakerit, huolto   |   |

## ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Industry and Natural Resources

|   |  |
|---|--|
| Degree programme:   | Mechanical and Production Engineering  |
| Author(s):  | Eemeli Parikka   |
| Thesis title:   | Back-up and work roll chock service program of the finishing line for Outokumpu Hot Rolling Mill |
| Pages (of which appendixes):  | 48 + 6 appendixes  |
| Date:   | 7 November 2014  |
| Thesis instructor(s):   | Ville Rauhala, M.Eng and Teemu Lomu, M.Sc.   |
| <p>This thesis was commissioned by Outokumpu Stainless Oyj. The purpose of this study was to examine and develop the back-up and work roll chock service at Outokumpu Hot Rolling Mill in Tornio.</p> <p>This thesis deals with the history the finishing lines back-up and work roll chock maintenance history and works out the maintenance situation in use. Grease life expectancy is calculated theoretically. The thesis begins with solving the current situation of service reports and interviewing the operators.</p> <p>The objective of the thesis was to have a working service program for the finishing lines back-up and work roll chocks which also had a defined maintenance interval. This interval is based on time or rolling kilometers. All exchangeable spare parts are defined in the maintenance program.</p> <p>This project created two model pre-maintenance jobs for the Outokumpu's maintenance IT system and full work guide with risk analysis of the work roll chocks. All the spare parts belonging to the back-up and work roll chocks have been updated and documented in the Outokumpu's system. The number of spare parts in stock and the orders will be calculated with the new maintenance program.</p> |  |
| Keywords: maintenance, bearings, service  |  |

## SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| ALKUSANAT .....  | 2  |
| TIIVISTELMÄ .....  | 3  |
| ABSTRACT .....   | 4  |
| SISÄLLYS .....   | 5  |
| KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET .....   | 7  |
| 1 JOHDANTO .....   | 8  |
| 2 OUTOKUMPU .....  | 9  |
| 2.1 Tornion tehtaat .....  | 10 |
| 2.2 Kuumavalssaamo.....  | 11 |
| 2.3 Viimeistelyvalssain .....  | 12 |
| 3 LAAKERIHUOLTO .....  | 15 |
| 3.1 Työtehtävät .....  | 16 |
| 3.2 Resurssit .....  | 16 |
| 4 VIIMEISTELYVALSSAIMEN LAAKERIPESÄT.....  | 17 |
| 4.1 Tukivalssien laakeripesät .....  | 17 |
| 4.2 Työvalssien laakeripesät.....  | 20 |
| 5 LAAKERIT .....   | 22 |
| 5.1 Laakerin huolto sekä korjaus Timkenillä, Romaniassa.....                     | 22 |
| 5.2 Tukivalssin laakeripesän morgoil-laakeri.....                                | 22 |
| 5.3 Tukivalssin laakeripesän aksiaalilaakeri .....                               | 24 |
| 5.4 Työvalssin laakeripesän säteittäislaakeri.....                               | 25 |
| 5.5 Työvalssin laakeripesän aksiaalilaakeri .....                                | 26 |
| 6 LAAKERIPESIEN HUOLLON NYKYTILANNE .....  | 27 |
| 6.1 Huoltovälit.....   | 27 |
| 6.2 Voitelurasvan teoreettinen eliniän laskenta sekä käytössä olevat rasvat..... | 28 |
| 6.3 Laakeripesien rasvat .....   | 32 |
| 6.4 Työvalssien laakeripesien rasvausväli.....                                   | 33 |
| 7 LAAKERIHUOLLON TULEVAISUUS SEKÄ KEHITYSKOhteet .....                           | 35 |
| 7.1 Huoltosuunnitelma .....  | 35 |
| 7.2 Resurssit .....  | 37 |
| 7.3 Laakerihuollon tuotteistaminen .....   | 38 |
| 7.4 Työnjohto .....  | 39 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 7.5 | Investoinnit .....   | 39 |
| 8   | VARAOSAT .....   | 41 |
| 8.1 | Varaosien vaihdot huoltohistoriassa .....                                | 41 |
| 8.2 | Prosessin toiminnan kannalta tärkeät varaosat .....                      | 42 |
| 8.3 | Varaosien varastosaldot huoltosuunnitelman toimimisen takaamiseksi ..... | 44 |
| 9   | POHDINTA SEKÄ TOIMINTASUOSITUKSET .....                                  | 46 |
|     | LÄHTEET .....  | 48 |
|     | LIITTEET .....   | 49 |

**KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET**

|      |   |
|------|---|
| KUVA | kuumavalssaamo                                  |
| FX   | viimeistelyvalssain                             |
| KUTI | Outokummun käyttämä ATK-kunnossapitojärjestelmä |
| VASE | Outokummun käyttämä valssinseurantajärjestelmä  |
| MAKO | Outokummun käyttämä materiaalikoodi             |

## 1 JOHDANTO

Projektin tarkoituksena on tutkia ja kehittää viimeistelyvalssaimen tuki- sekä työvalssien laakeripesien huoltoa Outokummun terästehtaan kuumavalssaamolla Torniossa. Tällä hetkellä viimeistelyvalssaimen laakeripesillä ei ole olemassa suunniteltua huolto-ohjelmaa, jonka mukaan huollot tapahtuvat pääsääntöisesti korjaushuoltoina.

Työ on rajattu koskemaan ainoastaan viimeistelyvalssaimen tuki- sekä työvalssien laakeripesiä. Tämä työ ei koske muita valssainyksiköjä. Työssä keskitytään ainoastaan laakeripesiin, joten valsseihin ei kiinnitetä huomiota.

Tavoitteena työssä on tarkastella viimeistelyvalssaimen laakeripesien huollon tilanne tällä hetkellä sekä luoda näille huolto-ohjelma, josta pyritäisiin mahdollisuuksien mukaan pitämään kiinni. Huolto-ohjelmaan sisällytetään kunnossapidon, käynnissäpidon sekä käyttöhenkilöstön tekemä huoltotyö viimeistelyvalssin laakeripesiin liittyen. Työssä myös luodaan työ-ohje laakeripesien huollosta sekä käydään läpi tärkeimmät varaosat. Varaosista luodaan lista sekä tarkastetaan varastosaldot silmällä pitäen määritettyä huolto-ohjelmaa. Tässä työssä on myös tarkoitus kehittää laakeripesiä tai niiden varaosia mikäli se nähdään tarpeelliseksi. Toteutus tapahtuu kartoittamalla nykytilanne huoltoraporteista sekä haastattelemalla henkilöstöä.

Tuloksena saadaan insinöörityö, huolto-ohje ja huolto-ohjelma näille laakeripesille. Lisäksi tuloksena syntyy lista tärkeimmistä varaosista, joiden varastosaldot sekä tilausmäärät päivitetään. Tuloksena syntyy myös mahdollisesti teknisiä kehitysideoita laakeripesiin ja niiden varaosiin. Työssä myös luodaan KUTI-järjestelmään kaksi mallien nakkahuoltotyötä, jotka koskevat työ- sekä tukivalssin laakeripesien huoltoa. Ajastukset toimivat huoltosuunnitelman mukaan. Suurimpana tuloksena saamme laakerien kestoiän pidemmäksi sekä suunnitellun jatkuvan huoltotoiminnan laakeripesille.

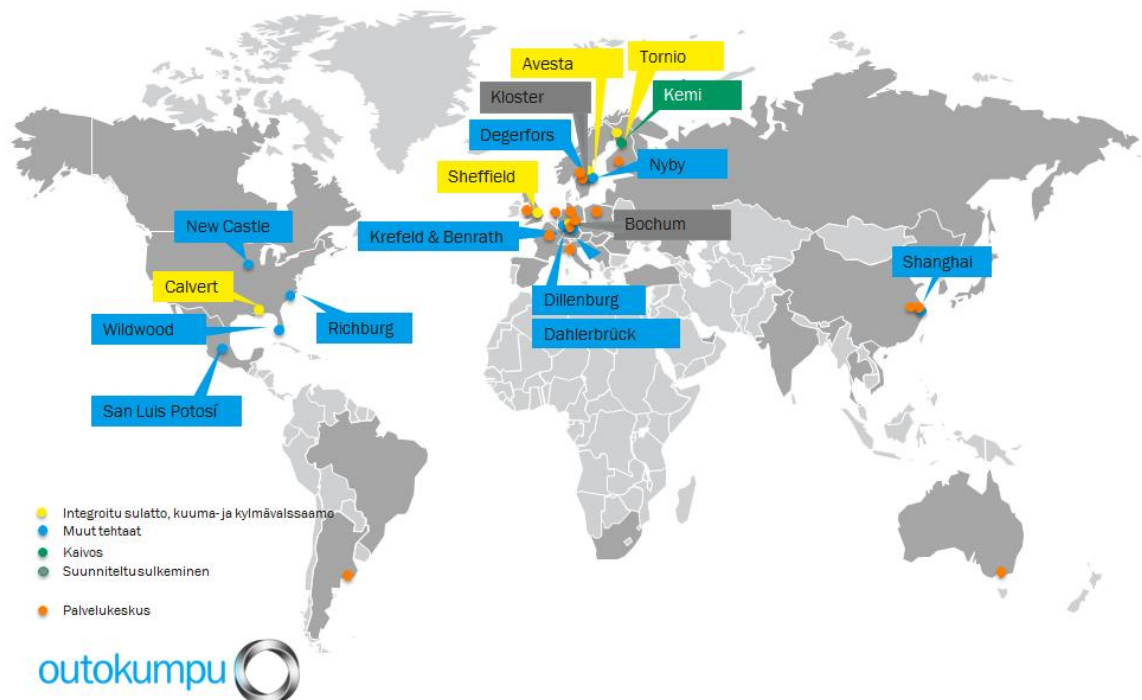


## 2 OUTOKUMPU

Outokumpu Oyj on metallialan yritys ja maailman johtavia ruostumattoman teräksen tuottajia. Kuvassa 1 nähdään, että Outokumpu on monikansallinen yritys. Outokummun pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Outokumpu on jaettu neljään liiketoiminta-alueeseen.

- Stainless Americas, Amerikka
- Stainless EMEA, Eurooppa
- Stainless APAC, Aasia
- Specialty Stainless, Erikoisteräkset (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014)

### Outokumpu toimii eri puolilla maailmaa



**Kuva 1 EMEA toimipaikat (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014)**

Outokummulla työskentelee yhteensä n. 12 500 työntekijää. Yrityksen osuus ruostumattoman teräksen toimituksista on Euroopassa 35 % ja maailmassa 8 %. Liikevaihto vuonna 2013 oli 6 745 miljoonaa euroa. (Outokummun vuosikertomus 2013.)

## 2.1 Tornion tehtaat

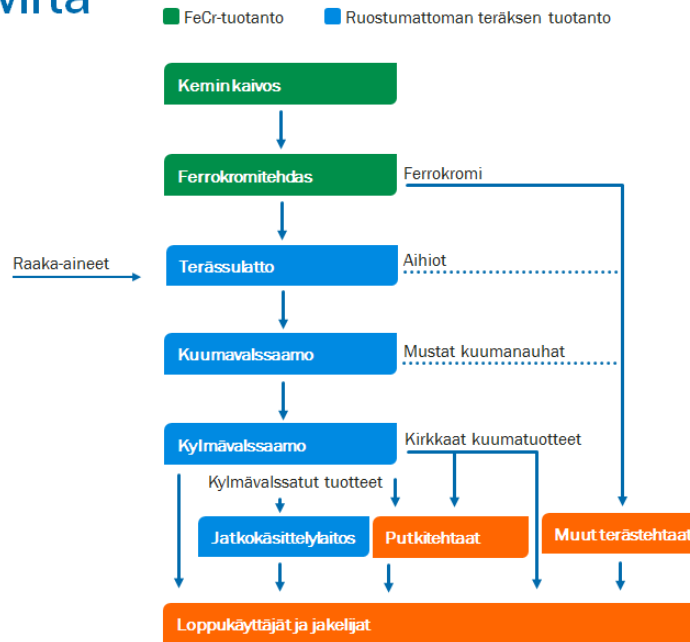
Tornion tehtaat kuuluvat Stainless EMEAan, joka on suurin liiketoiminta-alue. EMEAan sisältyy Euroopan liiketoiminnot. Tämä liiketoiminta-alue kattaa yli puolet Outokummun liiketoiminnoista. Kuvassa 2 on esitetty Outokummun materiaalivirta. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Tornion tehtaat on maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantoketju. Tuotantoketju alkaa Kemin kaivokselta, josta saadaan kromia, mikä on ruostumattoman teräksen tärkein lisäaine. Kromi tuodaan Tornioon ja täällä se jatkojalostetaan ferrokromiksi ferrokromitehtaalla. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Terässulatolla sula ferrokromi sekä kierrätysteräs sulatetaan asiakastilausten mukaisiksi teräslajeiksi ja nämä ovat aihio muodossa sulaton jälkeen. Sulaton jälkeen seuraavana vaiheena on kuumavalssaus, joka tapahtuu kuumavalssaamolla. Kuumavalssaamolla aihiot valssataan kuumanauhoiksi. Osa kuumavalssaamon tuotteista lähtee maailmalle jatkojalostettavaksi ja osa kuumanauhoista jatkaa matkaansa kylmävalssaamolle jatkojalostukseen. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Kylmävalssaamolla mustat kuumanauhat hehkutetaan ja peitataan kirkkaiksi sekä jatkojalostetaan kylmävalssatuiksi tuotteiksi. Kylmävalssaamolla toimii myös katkaisu- ja halkaisulinjat, joilla voidaan tehdä tuotteista juuri asiakkaan haluaman kokoisia levyjä tai halutun leveyden kokoisia rullia. Tornion tehtaalla on myös oma satama, joka mahdollistaa hyvät merikulkuyhteydet. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

## Materiaalivirta



**Kuva 2 Tornion tehtaiden materiaalivirta (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014)**

### 2.2 Kuumavalssaamo

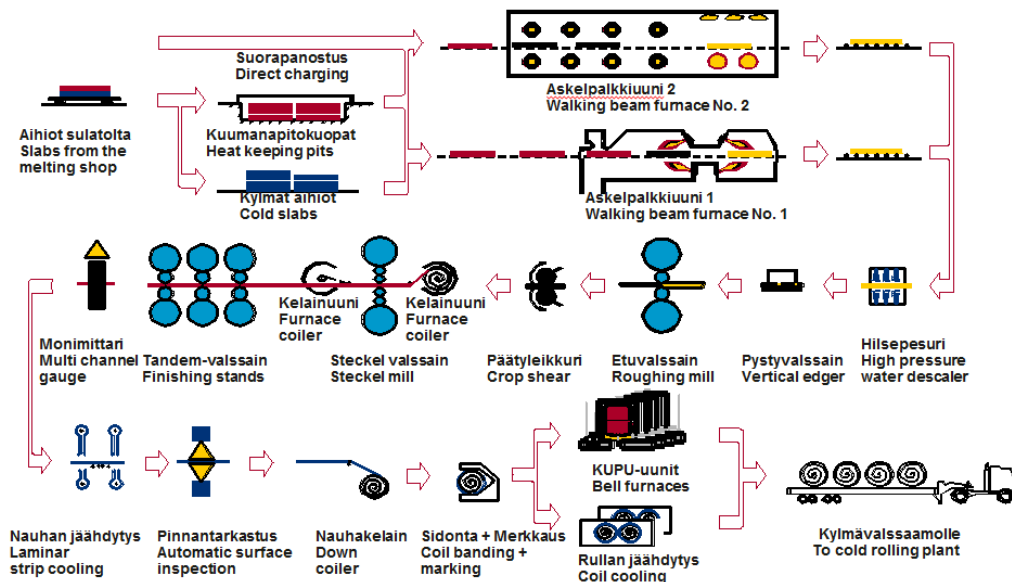
Kuumavalssaamolla aihiot valssataan mustaksi kuumanauhaksi. Tornion tehtaiden kuumavalssaamon vuosi valssauskapasiteetti on 1,6 miljoonaa tonnia. Kuumavalssauksen jälkeen kuumanauhojen paksuus on 2,5 – 12,7 mm, leveyden ollessa 1000 – 1600 mm. Kuvassa 3 on esitetty kuumavalssaamon tuotantokaavio. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Kuumavalssaamon prosessi alkaa askelpalkkiuuneista, näitä on kaksi kappaletta. Askel-palkkiuuneissa sulatolta tullut aihiot lämmitetään n. 1260° C asteeseen. Seuraavana aihio menee hilsepesurin kautta etuvalssaimelle, jossa aihiolle tehdään viisi tai seitsemän pistoa. Etuvalssaimella aihiot valssataan 20 – 35 mm paksuuteen ja samalla pystyvalssain pitää aihion leveyden haluttuna. Etuvalssaimen jälkeen aihio on muuttunut kuumanauhaksi, jonka jälkeen seuraavana se menee nauhavalssainalueelle, jossa se saa lopullisen paksuutensa. Nauhavalssainalue pitää sisällään steckel valssaimen ja kolme viimeistelyvalssainta (FX) sekä kelainuunit, joiden tarkoituksena on hidastaa kuuma-

nauhan lämpötilan laskua. Nauhavalssain alueen jälkeen paksuus 1,9 – 12,7 mm. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Lopullisen paksuuden saatuaan kuumanauha menee monimittarille, mikä mittaa nauhan lämpötilaa, leveyttä, paksuutta, nopeutta, profiilia, tasomaisuutta ja nauhan muotoa. Monimittarin jälkeen kuumanauha jäädytetään ennen nauhakelausta. Nauhakelaimella nauha kelataan rullaksi, jonka jälkeen se menee joko jäähdytysaltaaseen tai kupu-uuneille, mikäli laatu on ferriittinen. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

## Tuotantokaavio



**Kuva 3 Kuumavalssaamon tuotantokaavio (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)**

### 2.3 Viimeistelyvalssain

Viimeistelyvalssaimet, tandemvalssaimet, FX 5-7 tai lisävalssituolit. Näistä valssaimista käytetään montaa nimeä riippuen asian yhteydestä. Valssaimia on kolme kappaletta peräkkäin linjassa. Tandemvalssituolit F5, F6 ja F7 koostuvat kaikki työvalssiparista ja tuki-valssiparista. Työvalssit ovat materiaaliltaan IC:tä (Indefinite chill eli hienokarbidi terästä) ja tukivalssit taottua terästä. Työvalssien vaihtoväli on n. 21 – 23 kilometrin välein ja tukivalssien vaihtoväli on n. 1200 – 1300 kilometrin välein. Tandemvalssauk-

sen jälkeen nauhanpaksuus on 2,4 - 12,7 mm. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Viimeistelyvalssaimet ovat tulleet Outokummun kuumavalssaamolle vuonna 2004 ja näiden tarkoituksena on ollut vähentää nauhavalssaimen kuormitusta. Viimeistelyvalssaimilla on vähennetty nauhavalssaimen pistojen määrää 1 – 3 pistolla sekä myös saatu vähennettyä lämpötilaeroja keulan, hännän sekä nauhan keskustan välillä, mikä parantaa valssauksen laatua. Viimeistelyvalssaimet ovat SMS DEMAGin valmistamia ja ovat otettu käyttöön vuonna 2004. Kuvassa 4 nähdään Outokummun kuumavalssaamolla olevat viimeistelyvalssaimet. (Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)

Valssaimien tekniset tiedot:

Valmistaja SMS DEMAG

- Työvalssit  $\varnothing$  680 mm / 600 mm
- Lieriöpituus 2000 mm
- Tukivalssit  $\varnothing$  1400 mm / 1270 mm
- Lieriöpituus 1800 mm
- Valssausnopeus 18 m/s
- Valssien käytöt 3 x 8700 kW, ylikuorm. 200 %
- Valssausvoima max 4000 t
- Työvalssin taivutusvoima max 150 t / pesä
- Työvalssin siirrot  $\pm$  100 mm
- AGC – sylinterin isku 115 mm

(Outokummun sisäinen O'net, hakupäivä 6.10.2014.)



**Kuva 4 FX viimeistelyvalssaimet kuumavalssaamolla**

### 3 LAAKERIHUOLTO

Kunnossapito jaettiin kahtia vuonna 2012, kun resurssinhallinta organisaatio perustettiin Outokummun Tornion tehtaille. Tätä ennen kunnossapito oli oma osastonsa koko tehdasalueella, mutta työntekijät työskentelivät vain omilla alueillaan. Tämän muutoksen myötä kunnossapito jaettiin kahteen osaan. Osastoille jäävä kunnossapito henkilöstö kuuluu nyt osaston käynnissäpitoon. Osa työntekijöistä jäi osastoiden käynnissäpitoon ja toinen osa siirtyi toiseen osastoon eli resurssinhallinnan organisaatioon. Henkilöstön jako meni kutakuinkin tasan.

Käynnissäpidon päätehtävänä on huolehtia oman osaston linjan toimivuudesta ja tähän organisaatioon kuuluvat kunnossapidon työntekijät työskentelevät ainoastaan osastoilla tehtävissä töissä. Tämä on se organisaatio, joka takaa linjan toiminnan ja jonka henkilöstö menee linjalle, mikäli tulee odottamaton ongelma tai seisakki.

Resurssinhallinta organisaation toiminta-alueena on koko tehdasalue ja tämä on ns. liikkuva resurssi. Resurssinhallinnan päätehtävät on organisoida resurssit ja näin ollen tehostaa toimintaa. Resurssinhallinnan organisaation alaisena toimintana on mm. kuumavalssaamon korjaamo, jossa huolletaan pääasiallisesti kuumavalssaamon laitteita ja varayksiköitä. Resurssinhallinta osallistuu myös mm. kuumavalssaamon päiväseisakkeihin tarvittaessa, mikäli käynnissäpidon omat resurssit eivät riitä.

Laakerihuolto on kuumavalssaamon käynnissäpidon alainen toiminto. Laakerihuollon pääasiallinen tehtävä on huoltaa kaikki kuumavalssaamon valssien laakeripesät. Kuumavalssaamo sisältää kolme valssainta, etuvalssaimen, nauhavalssaimen sekä viimeistelyvalssaimen. Viimeiseksi mainittu on tandemvalssain, joka sisältää kolme valssituolia.

Laakeripesiä on kuumavalssaamolla yhteensä 182 kappaletta, kun mukaan lasketaan etuvalssaimen, nauhavalssaimen sekä viimeistelyvalssaimien työ- ja tukivalssien laakeripesät. Pesät ovat erilaisia eri valssainten ja valssien kesken.

Laakerihuolto suoritetaan kuumavalssaamon tiloissa omassa hallin osassa. Tiloissa työskentelee myös hiomon työntekijöitä laakeroinnin yhteydessä.

### 3.1 Työtehtävät

Laakerihuollon pääsääntöiset työtehtävät ovat kuumavalssaamon valssaimien laakeripesien huoltaminen. Laakerihuollolle kuuluvat etuvalssaimen, nauhavalssaimen ja viimeistelyvalssaimen työ- sekä tukilaakeripesien huoltotehtävät.

Laakerihuolto kuuluu osana kuumavalssaamon käynnissäpitoon, joten kuumavalssaamon linjan kunnossa- sekä käynnissäpitotehtävät kuuluvat myös laakerihuollon työntekijöille. Nämä erinäiset käynnissäpitotehtävät vievät vähintään yhden päivän viikosta, mutta pääsääntöisesti käynnissäpitoon menee puolet työajasta.

### 3.2 Resurssit

Laakerihuollossa on kaksi työntekijää, jotka toimivat työparina. Tarvittaessa on apuna ollut myös ylimääräistä työvoimaa työkuorman kasvaessa. Apuvoima on tullut tarvittaessa resurssinhallinnasta.

Resurssit ovat tällä hetkellä rajalliset, koska laakerihuollon työpari työskentelee suuren osan ajasta myös linjan käynnissäpidossa, mikäli tarvetta ilmenee. Tämä on näkynyt laakeripesien huoltojen venymisessä. (Laakerihuollon työntekijät, Suullinen haastattelu 2014.)



#### 4 VIIMEISTELYVALSSAIMEN LAAKERIPESÄT

FX:n eli valssituolien laakeripesät voidaan jakaa karkeasti kahteen ryhmään. Nämä ryhmät ovat tukivalssien laakeripesät sekä työvalssien laakeripesät. Suurimpina eroina näillä ryhmillä on kokoero sekä laakerointityypin ero. Näissä kahdessa ryhmässä on toki myös sisäisiä eroja laakeripesän sijoituksen suhteen, mutta tiivistykset mm. valssin puolella ovat samanlaisia.

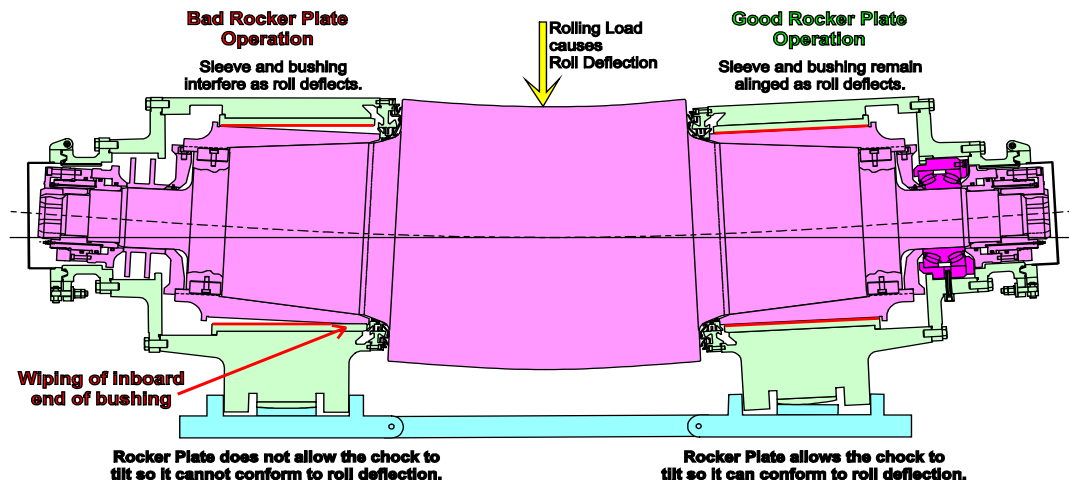
##### 4.1 Tukivalssien laakeripesät

Tukivalssin laakeroinnissa käytetään kokonaan suljettuja Morgoil-liukulaakereita.

Laakerit toimivat hydrodynaamisesti muodostuvan erittäin suuren kuormituksen kantokyvyn omaavan öljykalvon varassa. Morgoil-laakereiden ovat pitkäikäisiä, koska niissä oleva öljykalvo estää metallikosketuksen syntymisen. Öljykalvo on laakeripesän sisä- sekä ulkokoolin välissä n. 2,5 – 4 baarin paineella ja tätä valvotaan paineventtiilillä. (Siemensin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.10.2014.)

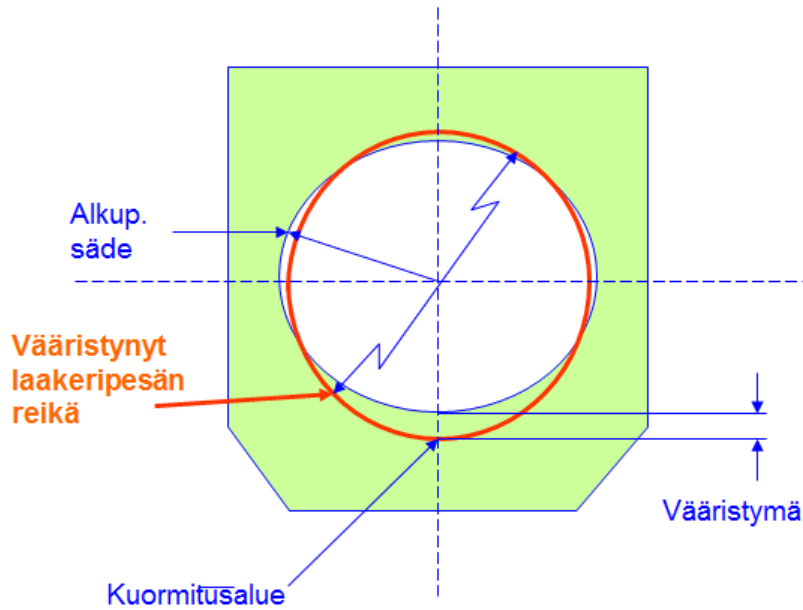
Laakereiden toimintaan on monia vaikuttavia tekijöitä. Varmaan suurimpana tekijänä on valssauksen aikana tapahtuva valssin taipuma. Valssatessa tukivalssi taipuu, jonka vuoksi laakeripesän tulee joustaa, jotta sisä- ja ulkokooli eivät pääse ottamaan kontaktia. Yhtenä syynä tähän voi olla huono korokepala laakeripesän alla. (Siemensin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.10.2014.)

Alla olevassa kuvassa on esitetty kuinka tukivalssi taipuu valssatessa. Kuvassa on esitetty laakeripesien vääränlainen sekä oikeanlainen toiminta. Vasemman puoleinen laakeripesä ei taivu valssin mukana vaan pysyy paikallaan, mikä voi aiheuttaa sisä- ja ulkokoolin kontaktin ja tämän seurauksena laakeri voi vaurioitua. Oikean puoleinen laakeripesä taas taipuu lähes valssin tavoin, milloin myös laakerointi elää valssin taipuman mukana, ja näin ollen kontaktia ei pääse syntymään. (Siemensin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.10.2014.)



**Kuva 5 Tukivalssin laakeripesän käyttäytyminen valssaustilanteessa, oikealla puolella oikeanlainen korokepalan toiminta (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Laakerivaurion voi aiheuttaa myös laakeripesän reiän soikeus sekä reiän aksiaalinen suoruus. Tämä aiheuttaa vaikeuksia laakeroinnissa sekä laakerin voitelussa. Helpoiten epämuodostuman voi tarkistaa laakeroinnin yhteydessä. Mikäli uusi tai kunnostettu laakeri menee paikalleen sujuvasti sekä laakeri pyörii täyden kierroksen takertelematta, niin voidaan todeta, että ympyrämäisyys on riittävä. (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)



**Kuva 6 Tässä esitetty laakeripesän reiän soikeus (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Kolmanneksi suurimpana laakerivaurion aiheuttajana voi olla oikeinasettelu. Mikäli laakerikokonaisuus on vinossa, niin laakerointikomponentit voivat päästä liikkumaan pituussuunnassa, joka voi aiheuttaa hankaumia tai naarmuja sisä- ja ulkokoolin laippoihin. Tämän tapahtuessa vaurioita tulee myös tiivistykseen, lukkoihin, kelkkaan sekä välitankoihin. Välitangon kuluma aiheuttaa lähes poikkeuksetta tiivistevaurion, jonka seurauksena on vesivuoto laakerointiin tai öljyvuoto laakeroinnista. (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)

Tukivalssien laakeripesiä on 28 kappaletta ja neljää erilaista. Se tarkoittaa, että jokaista pesää on yhteensä 7 kappaletta. Erilaisuus johtuu pesien sijoituksesta linjaan nähden. Nämä erotellaan seuraavasti:

- EPALA, etupuolen alapesä
- EPYLÄ, etupuolen yläpesä
- MPALA, moottoripuolen alapesä
- MPYLÄ, moottoripuolen yläpesä



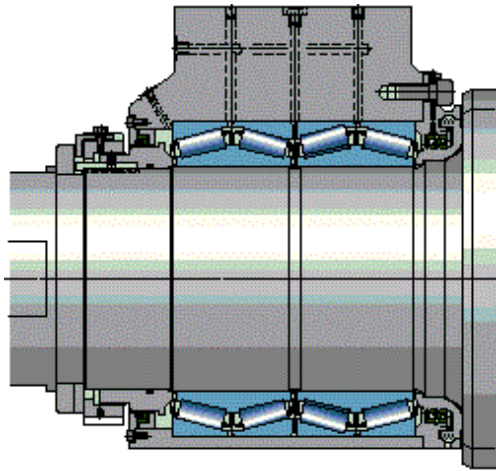
**Kuva 7 Tukivalssi paketti laakeripesineen**

#### 4.2 Työvalssien laakeripesät

Tukivalssien laakeripesiä on 60 kappaletta ja neljää erilaista. Se tarkoittaa, että jokaista pesää on yhteensä 15 kappaletta. Erilaisuus johtuu pesien sijoituksesta linjaan nähden. Nämä erotellaan tukivalssin tapaan sijoituspaikkaan riippuen.

Työvalssin laakeroinnissa on kahden tyyppisiä laakereita. Laakereiden päätarkoituksena on ottaa vastaan valssauksen aikana tulevat voimat sekä valssin taipuma. Työvalssin laakeripesiä on laakeroinnin kannalta kahdenlaisia. Jokaisessa moottorinpuoleisessa pesässä on ainoastaan neliriviset kartiorullalaakerit. Nelirivisiä kartiorullalaakereita käytetään erityisesti valssaimien laakerointina ympäri maailmaa.

Nelirivisiä kartiorullalaakereita käytetään erityisesti valssaimien laakerointina ympäri maailmaa. Tämän etuna on se, että laakeri kestää kovaa aksiaalista sekä radiaalista kuormitusta etenkin hitailla nopeuskierroksilla. Tämän laakerityypin ansiosta valssaimien kaula voi olla kohtuullisen lyhyt. Kuvassa 8 esitetään leikkauskuva laakerista valssin kaulalla. (SKF:n www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.214.)



**Kuva 8 Kuvassa esitetään laakerointi valssin kauloilla (SKF:n www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.214.)**

Etupuolen pesissä on vielä nelirivisen kartiorullalaakerin lisäksi aksiaalilaakeri, jotta se kestäisi paremmin aksiaalisen kuormituksen. Aksiaalilaakerina on kaksirivinen kartiorullalaakeri. Kuvassa 9 on Outokummun kuumavalssaamon viimeistelyvalssaimen työvalssin laakeripesä.



**Kuva 9 Työvalssin laakeripesä**

## 5 LAAKERIT

Tässä kappaleessa tarkastellaan FX:n laakeripesissä olevia laakereita sekä niiden huoltoa. Laakereita näissä laakeripesissä on neljää erilaista.

### 5.1 Laakerin huolto sekä korjaus Timkenillä, Romaniassa

Outokumpu huoltaa ja korjauttaa myös osaksi laakereita Timkenillä Romaniassa. Laakereiden kunnostuksella voidaan saada jopa 20 – 90 prosentin säästö uuden laakerin hintaan verrattuna. Kannattavuus riippuu lähetettävien laakereiden määrästä ja kunnosta. Kunnostus on kannattavaa, mikäli joudutaan uusimaan vain yksi komponentti, esimerkiksi vierintäelimet vaihdetaan ylimittäisiin ja sisä- ja ulkorenkaiden sisäpinnat hiotaan. Yksittäisen laakerin tulee kuitenkin olla halkaisijaltaan vähintään n. 20 cm, jotta se voisi olla kannattavaa. Pienemmissä koossa näitä täytyisi lähettää suurempi sarja, jotta olisi kannattavaa. (Timkenin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.10.2014.)

Outokummun käytäntönä on, ettei sisäreiältään alle 300 mm kokoisia laakereita lähetetä huollettavaksi, koska se ei ole ollut kannattavaa. Oikein kuluneita ja pintavikaisia laakereita ei kannata huoltaa vaan tulee halvemmaksi ostaa uusi vaurioituneen tilalle.

Timkenin tehtaalla Romaniassa laakerinhuollon kesto on ollut noin neljä kuukautta Outokummulta lähteneiden laakereiden osalta. Aika kattaa myös rahtiajat. Outokummun lähettämien laakereiden kustannukset ovat olleet n. 60 – 70 prosenttia uuden hinnasta. Osa lähetetyistä laakereista on myös ollut niin kuluneita, että niitä on heitetty roskeen Romanian tehtaalla ja tilattu uusi, kun on ollut kustannuksiltaan edullisempi.

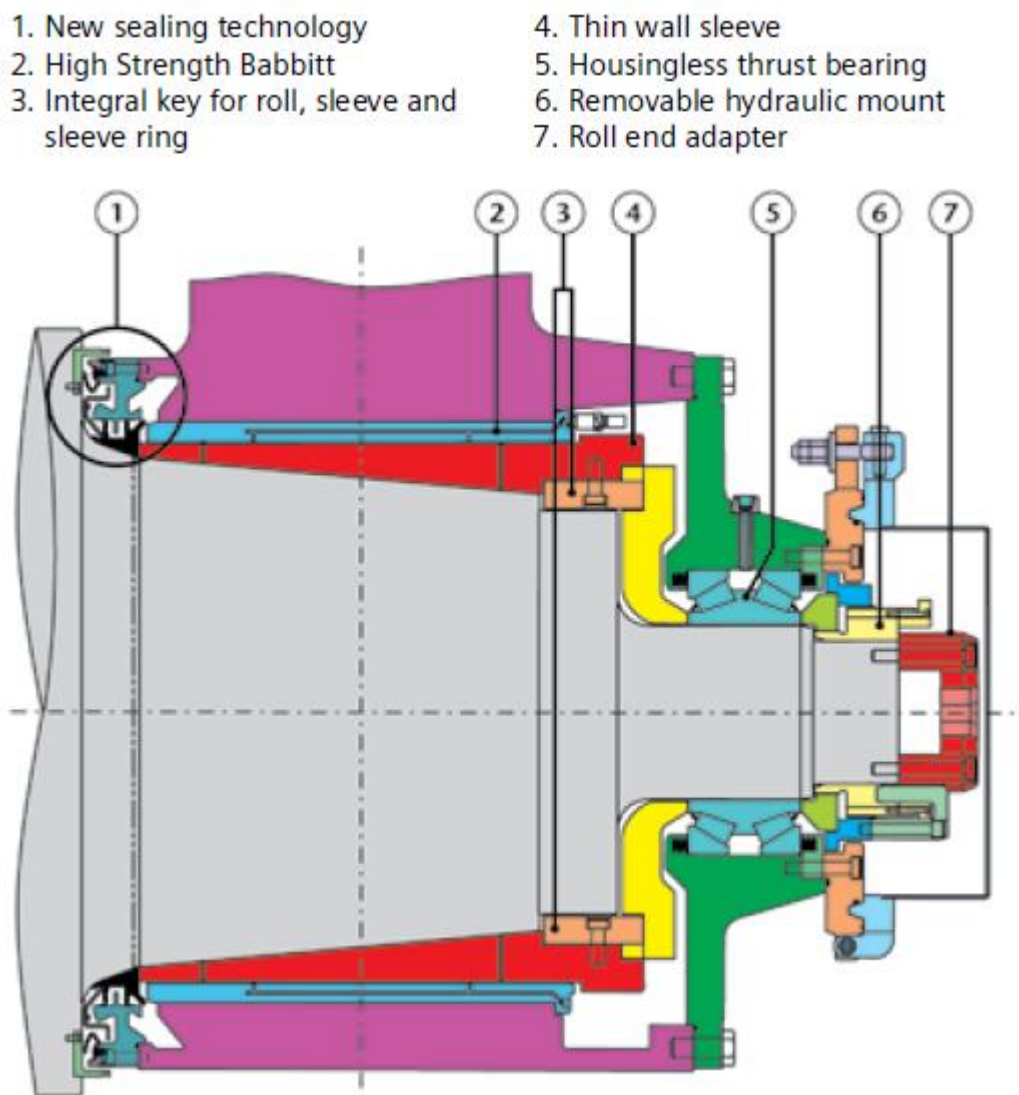
Timken huoltaa kaiken merkkiset, tyyppiset ja kokoiset laakerit. Huolletuille laakereille myönnetään rajoitettu vuoden takuu. Huollossa voidaan esim. vaihtaa laakerin rullia, koneistaa kooleja tai pinnoittaa laakerikehää. (Timkenin [www-sivut 2014](#), hakupäivä 6.10.2014.)

### 5.2 Tukivalssin laakeripesän morgoil-laakeri

Tukivalssin laakeroinnissa käytetään kokonaan suljettuja Morgoil-liukulaakereita. Laakerit toimivat hydrodynaamisesti muodostuvan erittäin suuren kuormituksen

kantokyvyn omaavan öljykalvon varassa. Tämän vuoksi morgoil-laakerointia käytetään kovan kuormituksen omaavissa laakeroinneissa. Morgoil-laakerit ovat pitkäikäisiä ja huoltovapaita, koska niissä oleva öljykalvo estää metallikosketuksen syntymisen.

Öljykalvo on laakeripesän sisä- sekä ulkokoolin välissä n. 2,5 – 4 baarin paineella ja tätä valvotaan paineventtiilillä. Alla olevassa kuvassa sisäkooli on merkitty numerolla 4 ja ulkokooli numerolla 2.



**Kuva 10 Morgoil-laakerin läpileikkauskuva (Siemensin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

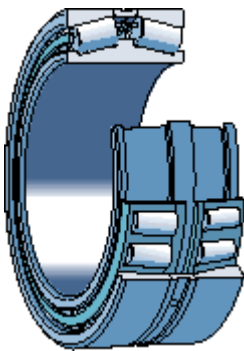


Huollon yhteydessä ulkokoolia pyöräytetään 180 astetta, jolloin sen kovin kuormitus-piste vaihtaa paikkaa ulkokoolin eri kohtaan, jossa kuormitusta esiintyy vähemmän.

Tärkeänä osana morgoil-laakerointia on myös labyrinthitiivistys, joka on esitetty kuvassa numerolla yksi. Labyrinthitiivistettä käytetään yleisesti akselitiivistetyypinä etenkin, kun esiintyy suuria lämpötiloja, paine-eroa tai likaantumista. Labyrinthitiiviste ei aiheuta kontaktia tiivistettävien pintojen välille ja tämän vuoksi ei aiheuta kulumista tiivistettäviin pintoihin. Mekaanisesti ne ovat hyvin yksinkertaisia, periaatteessa vain peräkkäisiä kuristussuuttimia ja kammioita. Pitkällä labyrinthitiivisteellä saadaan suuretkin paine-erot tiivistettyä.

### 5.3 Tukivalssin laakeripesän aksiaalilaakeri

Tukivalssien laakeripesässä toisena laakerina linjan puolella toimii painelaakeri tai aksiaalilaakeri riippuen kumpaa nimitystä halutaan käyttää. Aksiaalilaakeri on kaksirivinen kartiorullalaakeri, jossa on kartiorullat ovat viistosti vastakkain. Tämän vuoksi aksiaalilaakeri voi vastaanottaa aksiaalista kuormitusta molemmilta puolilta.



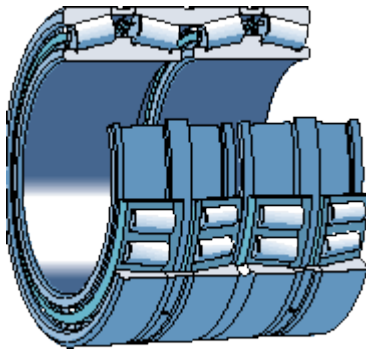
**Kuva 11 Kuvassa yleismallinen kuva käytössä olevasta kaksirivisestä kartiorulla-laakerista (SKF:n [www-sivut](http://www.skf.com) 2014, hakupäivä 6.10.214.)**

Käytössä oleva laakeri on Timkenin valmistama JM969242DW-9AKA1. Tuossa koodissa -9AKA1 voi tuo ensimmäinen A muuttua 0 Nollaksi tai joksikin muuksi, valmistavan tehtaan mukaan.



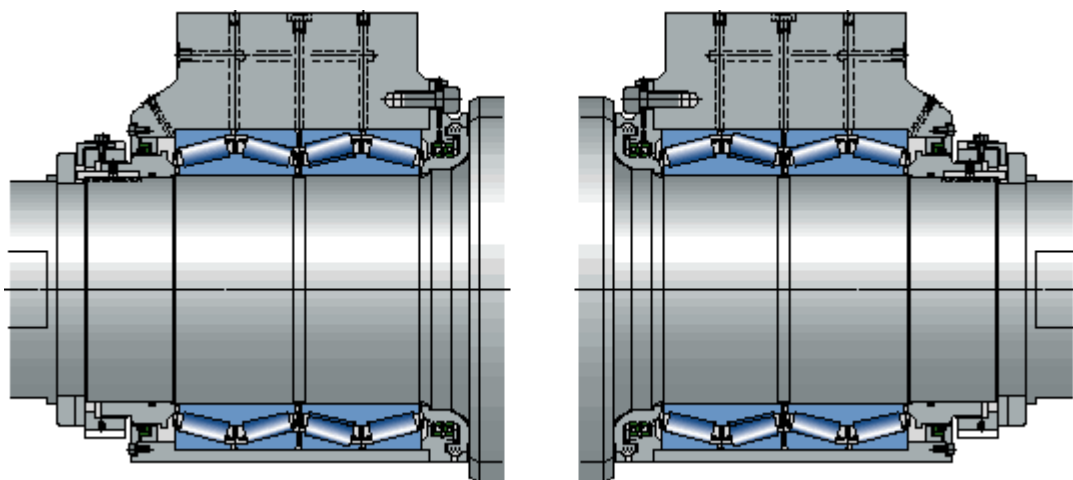
#### 5.4 Työvalssin laakeripesän säteittäislaakeri

Työvalssin jokaisessa laakeripesässä on säteittäislaakeri. Säteittäislaakerina on nelirivinen kartiorullalaakeri. Käytännössä tässä on kaksi kappaletta kaksirivisiä kartiorullalaa-keria samassa paketissa. Paketti kestää huomattavaa aksiaalista ja radiaalista kuormitusta.



**Kuva 12 Nelirivisen kartiorullalaakerin yleiskuva (SKF:n www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Nelirivisiä kartiorullalaa-keria käytetään erityisesti valssaimien laakerointina ympäri maailmaa. Tämän etuna on se, että laakeri kestää kovaa aksiaalista sekä radiaalista kuormitusta etenkin hitailla nopeuskierroksilla. Tämän laakerityypin ansiosta valssaimien kaula voi olla kohtuullisen lyhyt.



**Kuva 13 Kuvassa esitetään kyseinen laakerointi valssin kauloilla (SKF:n www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Käytössä olevan säteittäislaakerin tyyppi on SKF 331202 E.

Laakerin tekniset tiedot:

- Ulkohalkaisija 514,35 mm
- Sisähalkaisija 385,762 mm
- Leveys 317,5 mm
- Paino n. 190 kg
- Staattinen kantavuusluku 12000 kN
- Dynaaminen kantavuusluku 4290 kN
- Ekvivalenttikuormitus 930 kN

(Outokummun sisäinen työpiirustus, piirustuksen numero 20477128, hakupäivä 6.10.2014)

## 5.5 Työvalssin laakeripesän aksiaalilaakeri

Työvalssin linjan puolen laakeripesissä on myös aksiaalilaakeri kuten tukivalsseisakin. Aksiaalilaakeri on kaksirivinen kartiorullalaakeri, jossa on kartiorullat ovat viistosti vastakkain. Tämän vuoksi aksiaalilaakeri voi vastaanottaa aksiaalista kuormitusta molemmilta puolilta. Työvalssin laakeripesän aksiaalilaakerin tyyppi on SKF BT2-8065 AB/HA3. (Outokummun sisäinen työpiirustus 2014, piirustuksen numero 20562859, hakupäivä 6.10.2014)

Laakerin tekniset tiedot:

- Ulkohalkaisija 480 mm
- Sisähalkaisija 300 mm
- Leveys 170 mm
- Paino 129 kg

- Staattinen kantavuusluku 5400 kN
- Dynaaminen kantavuusluku 1510 kN
- Ekvivalenttikuormitus 800 kN

(Outokummun sisäinen työpiirustus 2014, piirustuksen numero 20562859, hakupäivä 6.10.2014)

## 6 LAAKERIPESIEN HUOLLON NYKYTILANNE

Tässä esitellään tämän hetkinen laakeripesien huoltotilanne. Tilanne on tällä hetkellä enemmänkin korjausta kuin huoltamista. Tämän vuoksi etenkin työvalssin laakeripesien laakerit tahtovat olla miltei jokaisella kerralla vaihtokunnossa.

### 6.1 Huoltovälit

Tällä hetkellä laakeripesien huoltoväli on riittämätön. Keskimäärin laakeripesä huoltoväli on noin neljä vuotta ja tämäkin väli on toteutunut vain alta puolessa pesissä. Tähän tilanteeseen on vaikuttanut resurssin puute sekä lisääntyneet työtehtävät laakerihuollon työntekijöillä. Alla olevista taulukoista näemme, että huolto on hieman paremmassa tilanteessa työvalssin laakeripesien osalta. Taulukot on koottu laakerihuollon tekemän mittauspöytäkirjojen mukaan. Mittauspöytäkirjoihin on aloitettu kirjaamaan laakeripesien mittautulokset vasta vuonna 2011, joten näiden kulumisvertailuja ei pystynyt tekemään, kun mikään laakeripesä ei ollut käynyt tuona aikana huollossa kahta kertaa.

Taulukosta 1 nähdään, että työvalssien laakeripesistä ainoastaan neljä kappaletta on ilman huoltohistoriaa käyttöönoton jälkeen. Nämä olisivat nyt ensisijaisesti saatava huollettua, ennen kuin laakerit vaurioituvat täysin korjauskelvottomiksi. Laakerihuollon kokemuksen perusteella näiden pesien laakerit ovat suoraan vaihtokunnossa sekä jopa korjauskelvottomat.

Taulukon 2 perusteella voidaan todeta, että tukivalssin laakeripesistä yli 60 prosenttia on huoltamatta käyttöönoton jälkeen, mikä on tapahtunut siis vuonna 2004. Ne ovat pitkäikäisempiä ja huoltovapaampia kuin työvalssinlaakeripesät, mutta kyllä pesät tulisi alta kymmenen vuoden välein huoltaa ja tarkastaa.

**Taulukko 1 Työvalssin laakeripesien viimeisin huoltovuosi****Taulukko 2 Tukivalssin laakeripesien viimeisin huoltovuosi**

## 6.2 Voitelurasvan teoreettinen eliniän laskenta sekä käytössä olevat rasvat

Rasvan eliniän laskenta alkaa kierroslukutekijän  $K_n$  laskemisella. Tämä lasketaan kaavalla 1, josta saadaan luku, jota verrataan alla olevaan taulukkoon. Taulukkoa lukemalla saamme kierroslukutekijän.

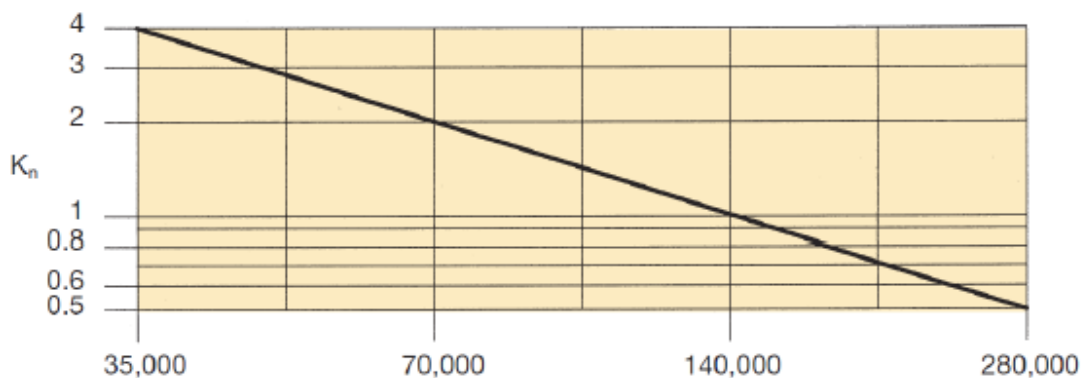
Kaava 1:

$$K_n = n \cdot d_m [\text{min}^{-1} \text{ mm}]$$

missä  $n$  = kierrosnopeus rpm

$d_m$  = laakerin keskiläpimitta mm, mikä lasketaan kaavasta  $\frac{d+D}{2}$

Kaavan selvittyä lukua tulee verrata taulukkoon 3, josta tulee varsinainen kierroslukutekijä  $K_n$ .



**Taulukko 3 Vaaka-akselilla on laakerin kierrosluku ja pystyakselilla kierroslukutekijän kerroin**

Tässä tapauksessa kierroslukutekijäksi saimme luvun 1. Seuraavana vaiheena tulee laskea rasvan laskennallinen elinikä  $F_{10q}$ . Rasvan käyttöikä on laskettu käyttäen hyväksi tiedossa olevia tietoja, kuten laakerin kokoa, pyörimisnopeutta sekä ottamalla huomioon laakerin olosuhteet. Elinikä lasketaan kaavalla 2.

Kaava 2:

$$F_{10q} = F_{10} \cdot K_n \cdot \frac{1}{K_f} \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot F_3 \cdot F_4 \cdot F_5 \cdot F_6$$

missä  $F_{10}$  = Rasvan elinikä h

$K_n$  = Kierroslukutekijä

$K_f$  = Laakerikerroin

$F_1$  = Pölyn ja kosteuden vaikutus laakeripinnoilla

$F_2$  = Iskukuormien, tärinän ja värähtelyn vaikutus

$F_3$  = Suurten kuormituksen vaikutus

$F_4$  = Laakerin läpi kulkevien ilmavirtausten vaikutus

$F_5$  = Pyöriväulkorengas

$F_6$  = Vertikaaliakseli

**1. Pölyn ja kosteuden vaikutus laakerin toimintapinnoilla**

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| kohtalainen    | $F_1 = 0,7 - 0,9$ |
| voimakas       | $F_1 = 0,4 - 0,7$ |
| hyvin voimakas | $F_1 = 0,1 - 0,4$ |

**2. Iskukuormien, tärinän ja värähtelyn vaikutus**

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| kohtalainen    | $F_2 = 0,7 - 0,9$ |
| voimakas       | $F_2 = 0,4 - 0,7$ |
| hyvin voimakas | $F_2 = 0,1 - 0,4$ |

**3. Suurten kuormitusten vaikutus**

|                |                   |
|----------------|-------------------|
| $C/P = 10 - 7$ | $F_3 = 1,0 - 0,7$ |
| $C/P = 7 - 4$  | $F_3 = 0,7 - 0,4$ |
| $C/P = 4 - 3$  | $F_3 = 0,4 - 0,1$ |

**4. Laakerin läpi kulkevien ilmavirtausten vaikutus**

|                  |                   |
|------------------|-------------------|
| vähäinen virtaus | $F_4 = 0,5 - 0,7$ |
| voimakas virtaus | $F_4 = 0,1 - 0,5$ |

**5. Pyörivä ulkorengas**

$$F_5 = 0,6$$

**6. Vertikaaliakseli**

$$F_6 = 0,5 - 0,7$$

**Kuva 14 Käyttöolosuhteiden vaikutuskertoimet laakerirasvan eliniän laskemisessa  
(Klüber Lubrication www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

| Laakerityyppi  | K <sub>r</sub>       |
|--|----------------------|
| Urakuulalaakeri<br>yksirivinen<br>kaksirivinen                         | 0.9 - 1.1<br>1.5     |
| Viistokuulalaakeri<br>yksirivinen<br>kaksirivinen                      | 1.6<br>2             |
| Nelipistelaakeri   | 1.6                  |
| Pallomainen<br>kuulalaakeri  | 1.3 - 1.6            |
| Paine-<br>kuulalaakeri   | 5 - 6                |
| Paine-<br>viistokuulalaakeri<br>kaksirivinen                           | 1.4                  |
| Lieriörullalaakeri<br><br>yksirivinen<br>kaksirivinen<br>täysrullainen | 3 - 3.5<br>3.5<br>25 |
| Pallomainen<br>rullalaakeri<br><br>ilman laippaa "E"<br>keskiläipällä  | 7 - 9<br>9 - 12      |
| Neulalaakeri   | 3.5                  |
| Kartiorullalaakeri   | 4                    |
| Tynnyri-<br>rullalaakeri   | 10                   |
| Lieriömäinen<br>painerullalaakeri                                      | 90                   |

**Kuva 15 Laakerityyppien kertoimet (Klüber Lubrication www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Laakerivalmistajalla on olemassa kerroin kokonaislyhennyskerroin q teollisuuden kylmävalssaamon valssaimille, joka korvaa kertoimen, mikä tulee arvoista F<sub>1</sub> - F<sub>6</sub>. Nämä arvot korvataan laakerivalmistajan valmiiksi laskemalle kokonaislyhennyskertoimella. Laakerivalmistajan kerroin kylmävalssaamon valssaimen työvalssien laakeroinnille on 0,2. Todellisuudessa kuumavalssaamon työvalssaimen laakerikerroin olisi vielä pienempi, mutta tässä tapauksessa käytämme kylmävalssaamon työvalssinlaakeroinnin kerrointa.

Kaava 3:

$$F_{10q} = F_{10} \cdot K_n \cdot \frac{1}{K_f} \cdot q$$

Kaavasta 3  $F_{10q}$  tuloksena saamme rasvan kestoiän tunteina. Tässä tapauksessa tulokseksi tulee n. 7650 tuntia. Tämä on päivissä n. 318 päivää.

Tällä laskelmalla voimme päätellä, että rasvan tulisi kestää suunniteltu huoltoväli ilman vaihtoa. Laakeripesiä kuitenkin rasvataan kahden kuukauden välein, jolloin sinne menee uutta puhdasta rasvaa. Täytyy myös muistaa, että esim. työvalssin laakeripesä on linjassa ajossa laskennallisesti vuoden aikana ainoastaan n. 25 päivää. Neljän vuoden aikana pesä on linjassa ajossa n. 100 päivää. Toki kaikki tämä laskenta on teoreettista ja ei välttämättä aina kulje rinnan todellisuuden kanssa.

Käytännössä rasvan elinikä on huomattavasti lyhyempi johtuen kuumuudesta, liasta sekä vedestä. Laakeripesiin tahtoo aina päästä hieman vettä ja likaa ajon aikana, jolloin rasva ei enää ole täysin puhdasta. Toinen ongelmallinen tilanne on myös se, että laakeri ei ole jatkuvassa ajossa vaan se saattaa olla pyörimättä pitkäänkin ajojen välissä. Tässä vaiheessa vesi voi tehdä heikentää rasvan laatua ja vaurioittaa näin ollen laakeria.

### 6.3 Laakeripesien rasvat

Tällä hetkellä laakeripesissä oleva voitelurasva on Shell Gadus S2 V220 V2. Tämä on tarkoitettu raskaasti kuormitettuihin laakerien voiteluun sekä yleisvoiteluun teollisuudessa. Tämä kestää iskukuormitusta sekä vettä erittäin hyvin. Käyttölämpötila on  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  –  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Käyttölämpötila ei ole täysin soveltuva kuumavalssaamon toimintaan.

Rasvan ominaisuudet:

- Erinomainen kuormankantokyky
- Hyvä mekaaninen kestävyys
- Kestää veden huuhtelevaa vaikutusta
- Hyvä hapettumisen kesto
- Suojaa korroosiolta



### Tyypilliset analyysiarvot

| Ominaisuus                  | Menetelmä  | Shell Gadus S2 V220 2     |
|-----------------------------|------------|---------------------------|
| NLGI-luokka                 |            | 2                         |
| Saennin                     |            | Litium                    |
| Perusöljy                   |            | Mineraali                 |
| Kinemaattinen viskositeetti | 40°C cSt   | IP 71 / ASTM D445 220     |
| Kinemaattinen viskositeetti | 100°C cSt  | IP 71 / ASTM D445 19      |
| Vatkattu tunkeuma           | 25°C 0,1mm | IP 50 / ASTM D217 265-295 |
| Tippumispiste               | °C         | IP 396 180                |

**Kuva 16 Käytössä olevan rasvan analyysiarvot (Shellin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

Nyt ollaan siirtymässä uuteen voitelurasvatyyppiin. Tämä voitelurasva on kalsiumsulfonaatti -pohjainen. Uuden voitelurasvan ominaisuudet sopivat paremmin terästeollisuuden käyttöön ja tätä rasvaa pystyy käyttämään nykyisen rasvan päälle, joten nykyisiä rasvoja laakeripesissä ei tarvitse alkaa poistamaan, vaan se poistuu ajan kanssa, kun uutta rasvaa lisätään laakeripesiin.

Voitelurasva on Totalin valmistama Ceran HV 460, joka on laakeritoimittajan suosittelema. Rasva on vedenkestävä EP-lisäaineistettu rasva, joka on suunniteltu erityisesti terästeollisuuteen, johtuen niiden korkeista käyttölämpötiloista sekä raskaasti kuormiteuista laakereista. Tämän uuden rasvan käyttölämpötila on -25 °C – 180 °C, mikä on huomattavasti parempi vanhaan verrattuna. Tämä kestää miltei kaksinkertaisen lämmön vanhaan verrattuna.

| TYPICAL CHARACTERISTICS                     | METHODS                                | UNITS                    | CERAN HV          |
|---|--|--------------------------|-------------------|
| Soap/thickener                              |  | -                        | Calcium sulfonate |
| NLGI grade                                  | ASTM D 217/DIN 51 818                  | -                        | 1-2               |
| Color                                       | Visual                                 | -                        | Caramel           |
| Appearance                                  | Visual                                 | -                        | Smooth/Buttery    |
| Operating temperature range                 |  | °C                       | - 25 to 180       |
| Penetration at 25°C                         | ASTM D 217/DIN51 818                   | 0.1 mm                   | 280 - 310         |
| Four ball weld load                         | ASTM D 2596                            | kgf                      | 500               |
| Anti-rust performance SKF- EMCOR            | DIN 51 802/IP220/NFT 60-135/ISO 11007  | rating                   | 0-0               |
| Dropping point                              | IP 396/NF T 60 102 C                   | °C                       | >300              |
| Kinematic viscosity of the base oil at 40°C | ASTM D 445/DIN 51 562-1/ISO 3104/ IP71 | mm <sup>2</sup> /s (cSt) | 420               |

Above characteristics are mean values given as an information.

**Kuva 17 Ceran HV 460 rasvan analyysiarvot (Total lubricants www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.)**

## 6.4 Työvalssien laakeripesien rasvausväli

Työvalssien laakeripesien rasvaukseen on olemassa ohjeistus ja ennakkohuoltotyö. Tämän ohjeistuksen mukaan työvalssien laakeripesiä rasvataan 30 kappaletta joka toinen viikko kuumavalssaamon seisakin aikana. Näitä on yhteensä 60 kappaletta, joten näiden pesien rasvausväli olisi ollut noin kuukausi. Toki yksittäisten pesien rasvausväli voi olla pidempikin, jos samat pesät sattuvat esimerkiksi olemaan hionnassa tai valssissa kiinni juuri tuona aikana. Tämän ennakkohuoltotyön toteutus oli ollut puutteellinen jo pidemmän aikaa.

Rasvaus tullaan suorittamaan ainakin lähitulevaisuudessa aina laakeroinnin yhteydessä ja tämän tulisi riittää, kun laakerointiväli on noin kaksi kuukautta. Tätä tulee valvoa ja tiedottaa hiomon työntekijöille, ettei rasvaus pääsisi unohtumaan laakeroinnin yhteydessä.

Rasvauksien kuittaminen VASE-järjestelmään on myös hieman puutteellinen. Osa rasvauksista jää kuittaamatta VASE-järjestelmään, joten se ei enää rasvauksen osalta pidä paikkaansa. Tästä järjestelmästä tulisi nähdä ajokilometrien määrä linjassa edellisestä rasvauksesta, jos järjestelmä pidettäisiin ajan tasalla. Tätä tulisi tehostaa, jotta järjestelmä pitäisi paikkansa.

## 7 LAAKERIHUOLLON TULEVAISUUS SEKÄ KEHITYSKOhteET

Tässä luvussa käydään läpi työssä esiin tulleita kehityskohteita sekä parannuksia liittyen laakerihuoltoon sekä pesien huoltoon.

### 7.1 Huoltosuunnitelma

Tässä esitetty huoltosuunnitelma perustuu huoltohistoriaan, tulevaan tuotannon kasvuun sekä laakeripesien ja laakereiden ikään perustuen. Huoltohistoriasta nähdään, että laakeripesien huolto on oikeastaan aloitettu vasta 2012. Ennen tätä huolto on ollut pääasiallisesti vain korjausta tai tarkistusta erikoistapauksissa esim. valssin katkeamisen yhteydessä.

Tulevaisuudessa tuotanto tulee miltei kaksinkertaistumaan. Tämä tulee myös kaksinkertaistamaan laakeripesien sekä laakereiden ajomäärät ja tämän vuoksi näiden huolto pitäisi olla suunniteltua, jotta laakeripesät eivät pääsisi oikein huonoon kuntoon.

Käytössä olevat laakeripesät ovat olleet jo kymmenen vuotta ajossa, joten tässä vaiheessa näiden kuntoa tulee alkaa tarkkailla säännöllisin väliajoin. Laakeripesien kunto vaikuttaa suoraan laakerin kestoon. Laakeripesien huono kunto myös yleensä vaatii laakereiden vaihdon jokaisessa huollossa, mikä ei olisi taloudellisesti järkevää.

Huoltosuunnitelman toteutus tuo ensiarvoisen tärkeää tietoa laakeripesien kunnosta ja tämän vuoksi huoltosuunnitelman toteutus on ensiarvoisen tärkeää. Huoltosuunnitelmaa voidaan myös tulevaisuudessa tarkastella ja tarvittaessa muuttaa, mikäli tähän on aihetta. Pää tarkoituksena on kuitenkin saada huoltotoiminta jatkuvaksi ja suunnitelluksi.

Tämän työn ohessa laaditussa huoltosuunnitelmassa laakeripesien huoltovälit ovat erimittaiset johtuen pesien erilaisista laakerointitavoista. Työvalssin laakeripesien huoltoväliksi tulisi noin kaksi vuotta, mikäli yhden valssin laakeripesäpari huolletaan kolmen viikon välein. Tässä huollossa huolletaan työvalssin molemmat laakeripesät parina eli etu- ja moottoripuolen ylä- tai alapuolenlaakeripesät. Huollon jälkeen valmiina olisi yhden valssaimen laakeripesät.

Samaan tyyliin huollettaisiin myös tukivalssin laakeripesät, mutta näiden huoltoväli olisi pidempi. Yhden laakeripesän huoltoväli olisi n. neljä vuotta, kun yhden tukivalssin laakeripesä pari huollettaisiin kolmen kuukauden välein. Nämä huollettaisiin myös tuki-työvalssi laakeripesä pareittain.

Näihin huoltoihin kuluisi laakerihuollon aikaa vuositasolla 21 viikkoa, yhden laakeripesän huollon kestäessä työparilta 40 tuntia. Muihin laakeripesien huoltoon jäisi vuodessa aikaa sen 26 viikkoa eli 55 prosenttia. Viimeistelyvalssaimen laakeripesien määrä on 48 prosenttia koko kuumavalssaamon laakeripesistä, joten tämän tulisi toimia ainakin näin teoreettisesti.

Huolloista on tehty malliennakkohuoltotyöt Outokummun kunnossapitojärjestelmä KUTI:lle (liite 1). Nämä ovat ajastettu laukeavan aina viikkoa ennen laakeripesäparin huollon alkamista, jotta työkuorman voisi suunnitella etukäteen.

Tämän huoltosuunnitelman toteuttaminen tuo tärkeää tietoa, jota voi käyttää tulevaisuudessa. Tästä voi päätellä käytännön varaosien keston, kun saa enemmän vertailutietoa tietyssä aikajaksossa. Myös kulutuslevyjen, pesän leveyden sekä sisäreiän mittaustuloksia voisi vertailla, kun olisi useampia mittaustuloksia.

Tulevaisuudessa olisi myös ensiarvoisen tärkeää raportoida huollot. Ensimmäisenä ajatuksena tulisi miettiä, että kenelle raportointi kuuluu. Voisiko sen esimerkiksi tehdä laakerihuollon työntekijät vai onko se laakerihuollon työnjohtaja. Tämä raportointi voisi sisältää mm. KUTI-järjestelmään raportointi kunkin huollon jälkeen sekä mahdollisesti myös jonkinlaisen excel-taulukon täyttäminen esim. mittaustulosten (liite 4), vaihdettujen varaosien ja ajettujen kilometrien tiedoilla.

Alla olevissa taulukossa on eritelty laakeripesät, joiden huolto tulisi suorittaa mahdollisimman pian. Tämän lopputyön aikana on huollettu työvalssinlaakeripesät, joita ei ollut huollettu ollenkaan käyttöönoton jälkeen. Tukivalssin laakeripesistä on edelleen yli puolet huoltamatta kertaakaan käyttöönoton jälkeen. Huoltotiedot on haettu valssinseuranta järjestelmästä.

**Taulukko 4 Työvalssin laakeripesät joiden huolto on ajankohtainen**

| <b>Työvalssin laakeripesät</b> |     |                  |
|--------------------------------|-----|------------------|
| Paikka                         | Nro | Viimeinen huolto |
| EPALA                          | 3   | 21.11.2006       |
| MPALA                          | 4   | 21.11.2006       |
| MPYLÄ                          | 10  | 12.07.2006       |
| EPYLÄ                          | 39  | 14.07.2006       |

**Taulukko 5 Tukivalssin laakeripesät joiden huolto on ajankohtainen**

| <b>Tukivalssin laakeripesät</b> |     |                  |
|---------------------------------|-----|------------------|
| Paikka                          | Nro | Viimeinen huolto |
| EPALA                           | 1   | Ei huoltoja      |
| MPALA                           | 2   | Ei huoltoja      |
| EPYLÄ                           | 3   | Ei huoltoja      |
| MPYLÄ                           | 4   | Ei huoltoja      |
| EPALA                           | 5   | Ei huoltoja      |
| MPALA                           | 6   | Ei huoltoja      |
| EPALA                           | 7   | Ei huoltoja      |
| MPALA                           | 8   | Ei huoltoja      |
| EPALA                           | 9   | Ei huoltoja      |
| MPALA                           | 10  | Ei huoltoja      |
| EPYLÄ                           | 11  | Ei huoltoja      |
| MPYLÄ                           | 12  | Ei huoltoja      |
| EPYLÄ                           | 15  | Ei huoltoja      |
| MPYLÄ                           | 16  | Ei huoltoja      |
| EPYLÄ                           | 19  | Ei huoltoja      |
| MPYLÄ                           | 20  | Ei huoltoja      |
| EPALA                           | 21  | Ei huoltoja      |
| MPALA                           | 24  | Ei huoltoja      |

## 7.2 Resurssit

Tämänhetkinen resurssi on riittämätön huoltamaan laakeripesiä huoltosuunnitelman mukaan. Tähän voidaan saada apua resurssinhallinnalla, mutta onko se välttämättä tulevaisuuden kannalta se oikea ratkaisu. Nykyinen resurssi tulisi joko varata kokonaan laakerihuoltoon tai sitten kaksinkertaistaa resurssimäärä, jotta laakerihuollon jatkuva toiminta turvataan.

Laakeripesän keskimääräinen huollon kesto on työparilta 40 työtuntia. Työviikkoja kertyy työparilla vuodessa n. 47 ilman ylimääräisiä poissaoloja. Tällä laskelmalla työparille kertyy 3600 työtuntia vuodessa. Huoltoväli olisi näillä laskelmilla koko kuumavalssaamon laakeripesille 2 vuotta ja 3 kuukautta. Tässä laskelmassa on käytetty resurssin kokonaistyoaika vain ja ainoastaan laakerihuoltoon sekä ilman ylimääräisiä poissaoloja.

Jos laskelmassa käytetään tämän hetkistä todellista resurssia laakerihuollossa, mikä on n. 48 tuntia viikossa eli kolme työpäivää viikossa. Tämäkin voi olla ylimitoitettu. Työtunnit vuodessa tippuvat n. 1500 tunnilla. Tällä laskelmalla huoltoväliksi tulee 3 vuotta ja 8 kuukautta.

Resurssin puute näkyi konkreettisesti työohjeen luomisessa (liite 2). Työvalssin laakeripesän huolto-ohjeen tekemiseen kului tasan kymmenen työpäivää. Työohjeen teko alkoi 23.4.2014 ja huolto valmistui 7.5.2014 eli yhden laakeripesän vaatima työaika työparilta oli 160 tuntia. Yhden laakeripesän huollon kesto on tässäkin työssä arvioitu kestävän työparilta 40 tuntia, jonka tulisi riittää, mikäli ei tule ylitsepääsemättömiä ongelmia. Työohjeen luonnin aikana huollettiin vain ja ainoastaan yksi laakeripesä. Työohjeen on kokonaisuudessaan 49 sivun pituinen.

Aikataulun venymiseen vaikutti mm. linjalla tehtävät käynnissäpitotyöt sekä työntekijöiden henkilökohtaiset poissaolot. Tämän ohjeen luonnin aikana laakerihuollossa oli osittain apuna myös resurssinhallinnan kunnossapitotyöntekijä. Tällaista aikataulun venymistä ei tulisi sallia, koska huoltosuunnitelmalta katoaa sen tarkoitus.

### 7.3 Laakerihuollon tuotteistaminen

Yhtenä vaihtoehtona olisi mahdollinen laakerihuollon tuotteistaminen. Ensimmäisenä vaihtoehtona voisi olla sisäinen tuotteistaminen. Tässä kohtaa voisi ajatella, että olisiko tehdaspalvelun resurssinhallinnalla resurssia sekä halua ottaa laakerihuoltoa hoitaakseen. Tähän voisi loogisesti ajatella, että voisiko kuumavalssaamon korjaamo hoitaa kuumavalssaamon laakerihuoltoa.

Toisena vaihtoehtona on toki myös laakerihuollon tuotteistaminen ulkopuoliselle toimijalle, mutta tämän kustannuksista ei ole tietoa, koska tähän ei ole luotuna minkäänlaista sopimus pohjaa.

## 7.4 Työnjohto

Laakerihuollon työnjohtajana toimii kuumavalssaamon vastaava mestari, jolle kuuluu vastaavan mestarin töiden lisäksi vielä kuumavalssaamon hiomo. Työnjohto ei tällä hetkellä ole toivotulla tasolla huollon suhteen. Tähän on todennäköisesti syynä se, että työnjohtajan aika ei riitä vaan hänen vastuualueensa on liian laaja. Ainoastaan jo vastaavan mestarin tehtävät vievät suuren osan ajasta.

Tässä kohtaa voisi ajatella, että olisiko mahdollisesti jollakin aluetyönjohtajalla mahdollista ottaa alueeksi joko hiomoa tai laakerihuoltoa. Voisihan tässä myös ajatella vastuualueiden uudelleen jakamistakin. Toisena vaihtoehtona olisi myös uuden aluetyönjohtajan ottaminen, jonka vastuualueeksi tulisivat laakerihuolto ja hiomo.

## 7.5 Investoinnit

Tähän on esitelty kaksi investointia, jotka omalta osaltaan parantaisivat laakerihuollon toimintaa. Nämä toisivat laakerihuoltoon työn tehokkuutta ja vähentäisi työn teon yhteydessä tulevaa odotteluaikaa.

Opinnäytetyötä aloittaessa ensimmäisenä tuli esille, että huolto helpottuisi huomattavasti, kun laakerihuollon tiloissa olisi oma kammiopesukone. Tämän koneen olemassaolo vähentäisi varaosien kускаamista edestakaisin sekä jonottamista, kun korjaamolla oleva pesukone on kovalla käytöllä jo pelkästään korjaamon toimesta. Laakerin kuljettaminen on tapahtunut ulkokautta, joten etenkin kesäaikana ilman pölytessä on puhdistettuihin laakereihin voinut lentää pölyä. Laakerin tulisi olla täysin puhdas asennettaessa.

Työn aikana laakerihuollon tiloihin on tilattu kammiopesukone kuumavalssaamon toimesta, joka tulee helpottamaan laakerihuoltoa (liite 5). Laakeripesät eivät itsessään sinne mahdu, mutta kaikki varaosat sillä saadaan pestyä laakerihuollon tiloissa.

Toisena investointina on varastoarvon nosto, koska nykyinen varastotilanne ei mahdollista edes nykyisen huollon tilaa. Tästä tehdään listaus, jonka mukaan osaston henkilöstö tekee ostolle esityksen uusista tilauspisteistä sekä tilausmääristä. Tähän listaukseen

tulee ensin selvittää jokaisen varaosan toimitusaika, jotta pystymme määrittämään huoltosuunnitelman vaatimat tilauspisteet ja tilausmäärät.

Kolmantena investointina voi tulevaisuudessa tulla olemaan uusien laakeripesien hankinta. Tuotantomäärä tulee miltei kaksinkertaistumaan ja tämä kohdistuu myös laakeripesiin, joiden käyttö kaksinkertaistuu. Tulevaisuudessa tulee kiinnittää erityistä huomiota laakeripesien kuntoon laakeripesien huoltojen yhteydessä. Pahimmassa tapauksessa voisi käydä, niin että laakeripesät kuluisivat ns. yhtä aikaa loppuun ja näitä olisi vaihdettava jokaisessa huollossa.



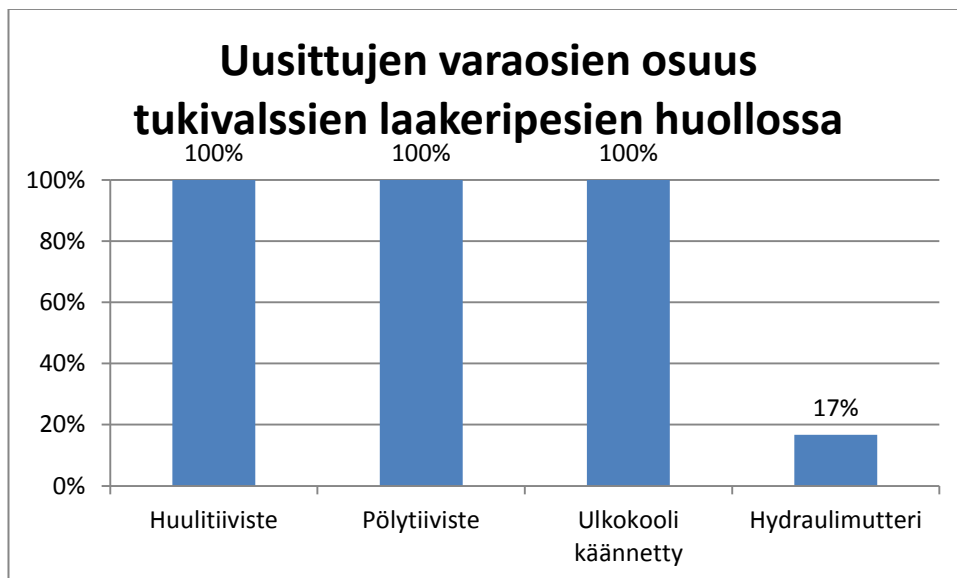
## 8 VARAOSAT

Tässä luvussa käydään läpi viimeistelyvalssaimen laakeripesien varaosia sekä niiden historiaa huoltojen osalta. Lopuksi esitetään myös Outokummun ostolle toimitettavaa listaa varastosaldoista sekä tilausmääristä. Varaosalistat laakeripesien osalta on käyty läpi ja tarkistettu niiden paikkansa pitävyys (liite 3).

### 8.1 Varaosien vaihdot huoltohistoriassa

Tukivalssien laakeripesien huoltoja on tehty VASE-järjestelmän mukaan 10 kpl, mutta täytettyjä mittauspöytäkirjoja löytyi vain kuusi kappaletta. Näissä kuudessa huollossa on vaihdettu alla olevan taulukon mukaisia varaosia. Taulukosta 6 voimme päätellä, että labyrinthitiivistettä ei ole ollut tarvetta vielä vaihtaa vaan huuli- ja pölytiivisteiden vaihdot ovat riittäneet. Tärkeimpänä huoltokohteena näissä on kääntää ulkokoolia 180 astetta, jolloin ulkokooliin kohdistuva suurin pistevoima vaihtuu ulkokoolin eri kohtaan.

**Taulukko 6 Uusittujen varaosien osuus tukivalssien laakeripesien huollossa**



Työvalssien laakeripesien huoltoja on tähän mennessä tehty 86 kpl. Tästä tilastosta voimme jo päätellä, mitä varaosia näihin on pääsääntöisesti vaihdettu. Ensimmäinen huomio kohdistuu laakerin vaihtoprosenttiin, joka on vielä toistaiseksi ollut kohtuullisen pieni eli 15 prosenttia. Tämä tulee todennäköisesti kasvamaan tulevaisuudessa, kun viimeistelyvalssaimet ovat otettu käyttöön vuonna 2004. Toisena tähän tulee todennä-

köisesti vaikuttamaan myös se, että laakeripesien huoltotoiminta ei ole ollut suunnitelmallista vaan enemmänkin korjaushuoltoa.

Taulukosta 7 käy ilmi, että työvalssien laakeripesien huolloissa tukivalssien laakeripesien tapaan on lähes aina vaihdettu tiivisteet. Tulevaisuudessa uuden ohjeistuksen mukaan tulevat varaosien osuudet hieman muuttumaan. Liukupalat, lukituspalat sekä kannatuspalat tullaan uusimaan jokaisen huollon yhteydessä. Tietenkin maalaisjärkeä tulee käyttää, mikäli laakeripesä tulee syystä tai toisesta huoltoon hyvinkin pian edellisen huollon jälkeen.

**Taulukko 7 Uusittujen varaosien osuus työvalssien laakeripesien huollossa**



## 8.2 Prosessin toiminnan kannalta tärkeät varaosat

Tässä käydään läpi eniten ongelmia linjoilla aiheuttaneet osat. Ongelmia aiheuttaneet osat ovat tulleet ilmi, kun on keskusteltu Outokummun henkilöstön kanssa. Tähän henkilöstöön kuuluvat kunnossapitoinsinööri, aluetyönjohtajat, hiomon työntekijät sekä prosessityöntekijät.

Ensimmäisen esille tullut varaosa oli työvalssaimen laakeripesän lukituslänget. Näitä on historian saatossa irronnut valssienvaihdon yhteydessä. Näistä on päässyt joko lukitusruuvi irtoamaan tai katkeamaan. Tämä on aiheuttanut ylimääräistä työtä etenkin, jos lukituslänki on irronnut moottorin puolelta, koska tässä tapauksessa laakeripesä on ti-

pahtanut valssaimen kitaan ja se on jouduttu jotenkin onkimaan pois sieltä, ennen kun valssausta on päästy jatkamaan.

Lukituslänget ovat alun perin olleet kaksinivelisiä. Irronneet lukituslänget ovat olleet juuri näitä alkuperäisiä eli kaksinivelisiä. Uudemmat yksiniveliset mallit eivät ole vielä kertaakaan irronneet. Suurimpana syynä tähän irtoamiseen taitaa olla näiden kuluneisuus. Nämä länget tulisi käydä huolella läpi ja romuttaa kaikki vanhat ja kuluneet länget pois, jotta ei enää tätä ongelmaa sattuisi. Näiden lukituslänkien piirustukset on myös päivitetty. Tästä osasta löytyi monta eri piirustusta ja viimeisin malli oli ns. kevennetty malli, joka osoittautui kalliiksi ilman huomattavaa painonkevennystä. Asennuksessa lukituslängän kiristysruuviin on asennettava lukitusliimaa. Viimeisin piirustus on päivitetty Outokummun järjestelmään (liite 6). (Operaattorit, Nauhavalssain, Suullinen haastattelu 2014.)

Poskilevyt ovat myös aiheuttaneet jonkin verran pieniä ongelmia valssin vaihdon yhteydessä, mutta ovat nyt rasvauksen jäljiltä kadonneet. Mikäli ongelmaa on esiintynyt, niin tämä on helpottunut rasvaamalla poskilevyjä. Tällä hetkellä on olemassa ohjeistus, että käyttöhenkilöstö rasvaa poskilevyt. (Operaattorit, Nauhavalssain, Suullinen haastattelu 2014.)

Poskilevyjen mittausta ei ole vielä tehty huoltojen yhteydessä tarpeeksi pitkään, jotta näiden kuluma olisi voinut vertailla. Poskilevyjen kuluma on viimeistelyvalssaimen laakeripesissä ollut aika pientä, ja niitä ei ole huoltojen yhteydessä ollut tarpeen uusina normaalin kulumisen seurauksena. On ollut erikoistapauksia, joissa on ollut jokin ulkopuolinen aiheuttaja, joka on tehnyt suuren jäljen poskilevyn pintaan. (Laakerihuollon työntekijät, Suullinen haastattelu 2014.)

Kolmantena esille nousivat liukukiskot. Liukukiskojen kanssa ei ole viime aikoina ollut ongelmaa. Ongelmana ovat olleet aikaisemmin ollut liian kuluneet liukukiskot tai ”eripariset” liukukiskot, kun toinen liukukiskoista on ollut huomattavasti kuluneempi. Tämän ongelman luulisi nyt olevan korjattu, kun uudessa ohjeistuksessa liukukiskot uusitaan jokaisen huollon aikana. Näiden liukukiskojen uusimisen kustannukset laakeripesän huoltoon nähden on sen verran alhaiset, että tämän kustannussäästön vuoksi ei kannata ottaa riskiä, että voisi olla ongelmaa linjan tuotannossa. (Operaattorit, Nauhavalssain, Suullinen haastattelu 2014.)

### 8.3 Varaosien varastosaldot huoltosuunnitelman toimimisen takaamiseksi

Varastosaldojen muutokset ovat pakollisia, jotta tuleva huoltosuunnitelma olisi mahdollista toteuttaa. Tällä hetkellä varaosien varastosaldot eivät salli jatkuvaa huoltotoimintaa. Työvalssinlaakeripesiä on 60 kappaletta, joten varaston kierto nopeus tulee olemaan kohtuullisen suuri. Vuoden aikana näitä on tarkoitus huoltaa 30 kappaletta. Työvalssien laakeripesien osalta varastosaldojen muutokset tulevat nostamaan varastoarvoa maksimissaan 75 prosenttia.

**Taulukko 8 Työvalssin laakeripesien osat**

| NIMI  | MAKO   | Tilauspiste | Tilausmäärä |
|---|--------|-------------|-------------|
| SÄTEITTÄISLAAKERI SMSD 20477128 OSA 1         | 651269 | 8           | 4           |
| OHJAUSLISTA OK-10822706                       | 667073 | 16          | 16          |
| KULUTUSLEVY OK-10822703                       | 662038 | 8           | 8           |
| AKSIAALILAAKERI SMSD 20477129 OSA 1           | 651268 | 4           | 4           |
| KESKITYSRENGAS OK-10822717/18.02              | 662039 | 2           | 4           |
| PIDÄTINRENGAS OK-10822719/19.02               | 662040 | 4           | 4           |
| O-RENGAS 183.52X6.99 NBR 70 SHORE A           | 621090 | 6           | 10          |
| O-RENGAS 380X6.99 NBR 70 SHORE A              | 670209 | 6           | 10          |
| O-RENGAS 393.07X6.99 NBR 70 SHORE A           | 621184 | 6           | 10          |
| O-RENGAS 468.76X6.99 NBR 70 SHORE A           | 649205 | 6           | 10          |
| AKSELITIIVISTE 20483863, 20483849/21.01       | 648009 | 6           | 10          |
| SÄTEITTÄISLAAKERITIIVISTE SMSD 20483859/19.03 | 651267 | 8           | 8           |
| LIUKUKISKO SUORAKULMA OK-10822704/12.01       | 669685 | 4           | 6           |
| V-RENGASTIIVISTE 20483865.20483849/21.03      | 648024 | 4           | 8           |
| LIUKUKISKO URALLA OK-10822705/12.02           | 669686 | 4           | 6           |
| AKSELITIIVISTE 20483872.20483849/21.02        | 648010 | 6           | 8           |
| AKSIAALILAAKERIN TIIVISTE OK-10827443-3/17.04 | 662199 | 4           | 6           |
| PIDÄTINRENGAS OK-10822716/REV.A/18.01         | 662665 | 2           | 2           |
| KESKITYSRENGAS OK-10822713/17.02              | 662667 | 2           | 2           |
| SÄTEITTÄISLAAKERIN KANSI OK-10822718/19.01    | 662666 | 2           | 2           |
| PIDÄTINRENGAS OK-10822714/17.03               | 662668 | 2           | 2           |
| AKSIAALILAAKERIN KANSI OK-10822712/REV.B      | 662669 | 2           | 2           |
| LUKITUSKIILA OK-10822702/10.07                | 669797 | 4           | 8           |
| KULUTUSLEVY OK-10822708/14.01                 | 667072 | 12          | 8           |

Tukivalssin laakeripesän osille on tehty samanlainen muutos. Tukivalssin osalta ei ollut saatavilla tarpeeksi hintatietoa varaosista, jotta olisi onnistunut tekemään vertailua siitä, kuinka paljon varastoarvo tulee nousemaan. Todennäköisesti varastoarvon nousu jää prosentuaalisesti työvalssin laakeripesien varaosia pienemmäksi. Tukivalssin aksiaali-laakerista on tehty materiaalikoodi pyyntö ja tämän materiaalikoodi on lisätty KUTI -järjestelmään.

**Taulukko 9 Tukivalssin laakeripesien varaosat**

| NIMI                                   | MAKO   | Tilauspiste | Tilausmäärä |
|--|--------|-------------|-------------|
| LABYRINTTIRENGAS 20516623 PART 301     | 651328 | 2           | 2           |
| LABYRINTTIRENGAS 20516623 PART 300     | 651327 | 2           | 2           |
| TIIVISTE 20516623 OSA 99               | 651331 | 4           | 4           |
| ULKOKOOLI OK-10830539 OSA 6            | 667276 | 4           | 2           |
| TIIVISTERENGAS 00083949 20516623/91.19 | 655827 | 4           | 8           |
| KUMITIIVISTERENGAS OK-10830539 OSA 39  | 669257 | 4           | 8           |
| TIIVISTEPUTKI OK-10830539 OSA 72       | 666287 | 2           | 2           |
| SISÄKOOLI OK-10830539 OSA 17           | 667275 | 4           | 2           |
| PURISTUSJOUSI OK-10830539 OSA 36       | 677371 | 16          | 16          |
| LABYRINTTIRENGAS 20516623 PART 401     | 651330 | 2           | 2           |
| LABYRINTTIRENGAS 20516623 PART 400     | 651329 | 2           | 2           |
| TIIVISTE 20516623/90.68 MERKEL OSA 97  | 647992 | 4           | 8           |
| PAINEVASTE OK-10821798                 | 668073 | 2           | 4           |
| KARTIORULLALAAKERI JM969242DW          | 679998 | 2           | 2           |

## 9 POHDINTA SEKÄ TOIMINTASUOSITUKSET

Työssä luodun huoltosuunnitelman toteutus tulee olemaan haastavaa nykyisellä resursilla. Nykyinen resurssi täytyisi keskittää ainoastaan laakerihuoltoon tai hankkia lisäresursseja. Tämän huoltosuunnitelman tarkoituksena kuitenkin on saada jatkuva huolto toiminta viimeistelyvalssaimen laakeripesille, jolla saadaan myös tarvittavaa tietoa tulevaisuudessa seuranta varten. Tällä hetkellä esim. kulumisen vertailua ei voi tehdä, kun vertailtavia mittaustuloksia ei ole. Tärkeimpinä mittaustuloksia huolloissa ovat poskilevyjen mittaustulos sekä laakeripesän reiän soikeuden mittaustulos.

Tulevaisuudessa huoltosuunnitelma on muutettavissa, mikäli huoltojen tulokset antavat siihen aihetta. Huoltoväliä voidaan pidentää tai tarvittaessa jopa lyhentää, mikäli tulokset sen osoittavat. Tavoitteena on, ettei laakerien vaihto olisi automaatio huollon yhteydessä.

Kuumavalssaamon tuotanto tulee lähivuosina miltei kaksinkertaistumaan, joten tämän vuoksi huoltoihin tulisi panostaa ennen kuin on liian myöhäistä. Tuotannon nousu aiheuttaa kaksinkertaisen käytön myös laakeripesille. Huolto-ohjelman aikana tulisi kiinnittää erityishuomiota itse laakeripesien kuntoon ja niiden kulumiseen, jotta uusia pesiä voitaisiin hankkia ajoissa. Uusien pesien tarve voi tulla ajankohtaiseksi jo pelkästään tuotannon noston myötä, mutta tämä selviää vasta sitten, kun tuotantoa nostetaan.

Tärkeänä asiana olisi tulevaisuudessa määrittää, kenen vastuulla on raportointi. Raportointi sisältää KUTI-työlle kommentoinnin sekä mittaustulosten kirjaamisen sähköiseen muotoon. Tässä samalla olisi hyvä myös kirjata vaihdetut varaosat. Näin tulevaisuudessa voisi nähdä, mitä ja miten varaosia kuluu. Yhtenä hyvänä vaihtoehtona voisi olla, että laakerihuollon työntekijät raportoivat laakeripesien huollot huoltojen jälkeen järjestelmiin, kun näillä on tietotaito huollosta sekä huollossa vaihdetuista varaosista.

Lopputyön aihe oli haastava ja suurimmaksi yksittäiseksi haasteeksi muodostui sen aiheen rajaaminen, jotta työn laajuus ei kasvaisi oikein suureksi. Alkuperäisen lopputyön toteutussuunnitelma muuttui pariin kertaan työn aikana. Työhön täytyi tehdä paljon suullisia haastatteluja, koska pääosin työssä käsitellyistä aiheista ei ollut ollenkaan kirjallisia dokumentaatioita. Työohjeen luomisessa myös oli omat haasteensa, koska Outokummun Notes-järjestelmä ei ole aivan optimaalinen työohjeen luontiin. Tämän vuoksi

työohje on myös tehty tekstinkäsittely asiakirjalle, joka on helpommin tulostettavissa sekä luettavissa.

Työn aikana täytyi olla paljon yhteydessä eri organisaatioihin. Tärkeimpänä oli kuumavalssaamon henkilöstö. Työn vuoksi olin tekemisissä kuumavalssaamalla kunnossapitoinsinöörin, vastaavan mestarin, mekaniikan suunnittelijan, hiomon operaattoreiden, nauhan prosessityöntekijöiden sekä laakerihuollon koneasentajien kanssa. Muita organisaatioita, joiden kanssa olin tekemisissä työn eri vaiheissa, olivat turvallisuus, resurssinhallinta sekä osto.

Työn tärkeimpinä lopputuloksina tuli työohje työvalssin laakeripesälle sekä ennakkohuoltosuunnitelma. Työohje on otettu käyttöön Outokummun turvallisuusjärjestelmään sekä lisätty malliennakkohuoltotyöhön liitteeksi. Tärkeimpänä tuloksena syntyi huolto-ohjelma laakeripesille. Työn lopullinen onnistuminen riippuu siitä, että tullaanko ennakkohuoltosuunnitelmaa toteuttamaan käytännössä. Työn tarkoituksena oli luoda kaikki edellytykset suorittaa jatkuvaa ennakkohuoltoa ja tämä mielestäni onnistui hyvin.

## LÄHTEET

Klüber Lubrication www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.

[http://www.klueber.com/ecomaXI/files/Lubrication\\_of\\_rolling\\_bearings\\_tips\\_and\\_a\\_dvice.pdf](http://www.klueber.com/ecomaXI/files/Lubrication_of_rolling_bearings_tips_and_a_dvice.pdf)

Laakerin valmistajan SKF www-sivut 2014. hakupäivä 6.10.2014.

<http://www.skf.com/group/products/bearings-units-housings/roller-bearings/tapered-roller-bearings/double-row-tapered-roller-bearings/index.html>

<http://www.skf.com/group/products/bearings-units-housings/roller-bearings/tapered-roller-bearings/four-row-tapered-roller-bearings/index.html>

Oukummun sisäinen intranet-sivut. Hakupäivä 6.10.2014

<http://onet.outokumpu.com/fi/Work/Content/EMEA/Documents/Tornion%20tehtaat%20ja%20Kemin%20kaivos%202014.pptx>

Outokummun vuosikertomus 2013, Hakupäivä 6.10.2014

[http://onet.outokumpu.com/en/Work/Content/GF/Documents/Marketing,%20Communications%20and%20IR/Outokumpu\\_Vuosikertomus%202013.pdf](http://onet.outokumpu.com/en/Work/Content/GF/Documents/Marketing,%20Communications%20and%20IR/Outokumpu_Vuosikertomus%202013.pdf)

Outokummun valssinseuranta ohjelman tietokanta 24.2.2014

Shellin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.

[http://www.epc.shell.com/docs/GPCDOC\\_Local\\_TDS\\_Finland\\_Shell\\_Gadus\\_S2\\_V220\\_2\\_\(fi\)\\_TDS.pdf](http://www.epc.shell.com/docs/GPCDOC_Local_TDS_Finland_Shell_Gadus_S2_V220_2_(fi)_TDS.pdf)

Siemens AG www-sivut 2014. hakupäivä 6.10.2014.

[www.industry.siemens.com/datapool/industry/industrysolutions/metals/services/en/MORGOIL-bearings-and-flat-mill-products-en.pdf](http://www.industry.siemens.com/datapool/industry/industrysolutions/metals/services/en/MORGOIL-bearings-and-flat-mill-products-en.pdf)

Timkenin www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.

<http://www.timken.com/en-us/products/remanufacture/industrial/Documents/Timken-Value-Of-Bearing-Remanufacturing.pdf>

<http://www.timken.com/en-us/products/remanufacture/industrial/Pages/BearingRepair.aspx>

Total lubrifiants www-sivut 2014, hakupäivä 6.10.2014.

[http://www.lubadmin.com/upload/produit/FichePDF/lang\\_23/391.pdf](http://www.lubadmin.com/upload/produit/FichePDF/lang_23/391.pdf)

Laakerihuollon työntekijät, Outokumpu Stainless Oy. Suullinen haastattelu 2014.

Operaattorit, Nauhavalssain, Outokumpu Stainless Oy. Suullinen haastattelu 2014.



**LIITTEET**

- Liite 1. Malliennakkohuoltotyö työvalssinlaakeripesän huollosta
- Liite 2. Ote työohjeesta työvalssinlaakeripesän huollosta
- Liite 3. Listaus työvalssinlaakeripesän varaosista
- Liite 4. Mittauspöytäkirja
- Liite 5. Kammiopesukoneen piirustukset
- Liite 6. Lukituslängen päivitetty piirustus

## Liite 1 Malliennakkohuoltotyö työvalssin laakeripesän huollosta

**Malliennakkohuoltotyön käsittely**

Tunnus: 0859157 Työn nimi: F5-F7 työvalssin laakeripesäparin nr. XX ja nr. XX huolto

Työ suoritetaan joka kolmas viikko maanantaisin. Työ näkyy huoltolistalla aikaisintaan 7 päivää ennen työn laskettua aloituspäivämäärää. Aloituksesta kopioidaan EH-toita 27.10.2014 7:00:00 alkaen. Työ on muutettu passiiviseksi pe 24.10.2014 eikä sitä toisteta.

Kuvaus: ☐ Huolto-ohje kuvauksessa tai Lisätiedoissa 3349/4000

Huolletaan työvalssin laakeripesäpari nr. XX ja nr. XX.

Perustiedot Suoritiedot Ennakkohuolto Resurssit Materiaalit Asiakirjat Lisätiedot Työturvallisuus Mittaukset

Toimenpidetyyppi: 110 Huolto K

Huoltoryhmä: K

Huoltoalue: K

Huoltosopimus: K

Huoltokohteen tarkennus:

Viimeisin ajoitettu EH-työ: jms 27.10.2014 07:00 Ajoitetut EH-työt Ajoitus Luokittelu

Luokittelu

| Lista      | Arvo             |
|------------|------------------|
| Toimenpide | Ennakkohuoltotyö |

Reittityö: ☐ Reittityö

Voitelun tiedot

Suosittelu voiteluaine: No name Selaa

Toteutunut voiteluaine: No name Selaa

Etsi Tiedot

Kustannukset... Työn vaiheistus Tee otsikkotyö Tee mallityö Tee mallityöstä... Kohteen historia Tee malliennakkohuolto työ... Kulkuj historia... Avaa malliEHtyö Kopioi malliEHtyö Tee IT-työ Tee vikailmoitus

Liite 2. Ote työohjeesta työvalssinlaakeripesän huollosta, työohje kokonaisuudessaan 49 sivua.

TKpNVF5-F7 011 FX työvalssin etupuolen alalaakeripesän huolto



Päiväys: 23.10.2014

Laatija(t): Eemeli Parikka

Tarkastettava työ:

Käytettävä suojavarustus:

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| <b>Riskin suuruuden arviointi</b> | <b>Vahingon todennäköisyys ( T ):</b><br>T = 1 Epätodennäköinen<br>T = 2 Mahdollinen<br>T = 3 Todennäköinen | <b>Seuraukset ( S ):</b><br>S = 1 Vähäiset<br>S = 2 Haitalliset<br>S = 3 Vakavat |
|-----------------------------------|---|--|

| Nr | Työvaihe                            | Kuva   | Vaaratekijät                             | Riskin suuruus TxS | Toimenpiteet, ohjeet  | Vastuuhenkilö |
|----|-------------------------------------|--|--|--------------------|---|---------------|
| 1. | Laakeripesän pesu                   |   | Lian lentäminen silmään pesun aikana     | 1x1                | Pestään pesä, jotta huolto sujuisi helpommin ja siistimmin  |               |
| 2. | Laakeripesän siirto laakerihuoltoon |  | Laakeripesän tippuminen trukin piikeistä | 1x1                | Siirretään laakeripesä trukilla laakerihuoltoon huollettavaksi. Samalla laitetaan liina vetoaisan alle, jotta se on helpompi nostaa pois. |               |

Liite 3. Listaus työvalssinlaakeripesän varaosista

| Työvalssin laakeripesän varaosaluettelo |   |   |        |                                  |                         |
|---|---|---|--------|----------------------------------|-------------------------|
| PIIRUSTUSNRO                            | NIMI  | NIMIKEEN NIMI                             | MAKO   | VARASTOPAIKKA                    | Tilauspiste Tilausmäärä |
| 20477128-3                              | SÄTEITTÄISLAAKERI SMSD 20477128 OSA 1         | SÄTEITTÄISLAAKERI SMSD 20477128 OSA 1     | 651269 | KUV1 D24 7KPL,KUVB BU/10 OKPL,   | 8 4                     |
| 10822706                                | OHJAUSLUSTA OK-10822706                       | OHJAUSLUSTA OK-10822706                   | 667073 | KUV1 10/B5 16KPL,                | 16 16                   |
| 10822703                                | KULUTUSLEVY OK-10822703                       | KULUTUSLEVY OK-10822703                   | 662038 | KUV1 F27/2 12KPL,                | 8 8                     |
| 20477129-3                              | AKSIAALILAAKERI SMSD 20477129 OSA 1           | AKSIAALILAAKERI SMSD 20477129 OSA 1       | 651268 | KUV1 F27/2 5KPL,KUVB BU/17 OKPL, | 4 4                     |
| 10822717                                | KESKITYSRENGAS OK-10822717/18.02              | KESKITYSRENGAS OK-10822717                | 662039 | KUV1 F27/1 3KPL,KUVB BU/21 OKPL, | 2 4                     |
| 10822719                                | PIDÄTTINRENGAS OK-10822719/19.02              | PIDÄTTINRENGAS OK-10822719                | 662040 | KUV1 F27/1 4KPL,                 | 4 4                     |
| 20483849/21                             | O-RENGAS 183.52X6.99 NBR 70 SHORE A           | O-RENGAS 183.52X6.99 NBR 70 SHORE A       | 621090 | KUV1 1/B2 3KPL,                  | 6 10                    |
|   | O-RENGAS 380X6.99 NBR 70 SHORE A              | O-RENGAS 380X6.99 NBR 70 SHORE A          | 670209 | KUV1 1/B2 3KPL,                  | 6 10                    |
| 20483849/21                             | O-RENGAS 393.07X6.99 NBR 70 SHORE A           | O-RENGAS 393.07X6.99 NBR 70 SHORE A       | 621184 | KUV1 1/B2 7KPL,                  | 6 10                    |
| 20483849/21                             | O-RENGAS 468.76X6.99 NBR 70 SHORE A           | O-RENGAS 468.76X6.99 NBR 70 SHORE A       | 649205 | KUV1 1/B2 5KPL,                  | 6 10                    |
| 20483849                                | AKSELTIIVISTE 20483863, 20483849/21.01        | AKSELTIIVISTE 20483863, 20483849/21.01    | 648009 | KUV1 7/B9 5KPL,                  | 6 10                    |
| 20483849-1                              | SÄTEITTÄISLAAKERITIIVISTE SMSD 20483859/19.03 | SÄTEITTÄISLAAKERITIIVISTE SMSD 20483859   | 651267 | KUV1 14/A7 27KPL,                | 8 8                     |
| 10822704                                | LUKUKISKO SUORAKULMA OK-10822704/12.01        | LUKUKISKO OK-10822704                     | 669685 | KUV1 14/A7 7KPL,                 | 4 6                     |
| 20483849/21                             | V-RENGASTIIVISTE 20483865, 20483849/21.03     | V-RENGASTIIVISTE 20483865, 20483849/21.03 | 648024 | KUV1 1/B3 6KPL,                  | 4 8                     |
| 10822705                                | LUKUKISKO URALLA OK-10822705/12.02            | LUKUKISKO OK-10822705                     | 669686 | KUV1 14/A7 7KPL,                 | 4 6                     |
| 20483872                                | AKSELTIIVISTE 20483872, 20483849/21.02        | AKSELTIIVISTE 20483872, 20483849/21.02    | 648010 | KUV1 7/B9 8KPL,                  | 6 8                     |
| 10827443-3                              | AKSIAALILAAKERIN TIIVISTE OK-10827443-3/17.04 | AKSIAALILAAKERIN TIIVISTE OK-10827443-3   | 662199 | KUV1 14/A7 5KPL,                 | 4 6                     |
| 10822716                                | PIDÄTTINRENGAS OK-10822716/REV.A/18.01        | PIDÄTTINRENGAS OK-10822716/REV.A          | 662665 | KUV1 F27/1 2KPL,                 | 2 2                     |
| 10822713                                | KESKITYSRENGAS OK-10822713/17.02              | KESKITYSRENGAS OK-10822713                | 662667 | KUV1 F27/1 2KPL,KUVB BU/23 OKPL, | 2 2                     |
| 10822718                                | SÄTEITTÄISLAAKERIN KANSI OK-10822718/19.01    | SÄTEITTÄISLAAKERIN KANSI OK-10822718      | 662666 | KUV1 F27/2 2KPL,KUVB BU/21 OKPL, | 2 2                     |
| 10822714                                | PIDÄTTINRENGAS OK-10822714/17.03              | PIDÄTTINRENGAS OK-10822714                | 662668 | KUV1 F27/3 2KPL,                 | 2 2                     |
| 10822712                                | AKSIAALILAAKERIN KANSI OK-10822712/REV.B      | AKSIAALILAAKERIN KANSI OK-10822712/REV.B  | 662669 | KUV1 F27/2 3KPL,KUVB BU/52 OKPL, | 2 2                     |
| 10822702                                | LUKITUSKIILA OK-10822702/10.07                | LUKITUSKIILA OK-10822702                  | 669797 | KUV1 10B/5 4KPL,                 | 4 8                     |
| 10822708                                | KULUTUSLEVY OK-10822708/14.01                 | KULUTUSLEVY OK-10822708                   | 667072 | KUV1 9/B7 14KPL,                 | 12 8                    |

Liite 4. Mittauspöytäkirja työvalssin laakeripesille

Mittauspöytäkirja

Valitse kohde vetoavallista → FX:ruksvalssi


PVM:

Tekijä:

Sijainti:

Pesän numero:

Laakeripesän leveys (koko leveys)



123


7

456

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|   |   |   |   |   |   |   |

|    |          |          |
|----|----------|----------|
|    | min      | max      |
| EP | 1619,840 | 1620,040 |
| MP | 1609,840 | 1610,040 |

Laakeripesän leveys (ilman poskilevyjä)



123

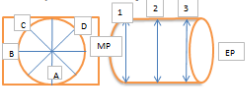
7

456

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|   |   |   |   |   |   |   |

|    |          |          |
|----|----------|----------|
|    | min      | max      |
| EP | 1559,900 | 1560,000 |
| MP | 1549,900 | 1550,000 |

Laakeripesän sisähalkaisija



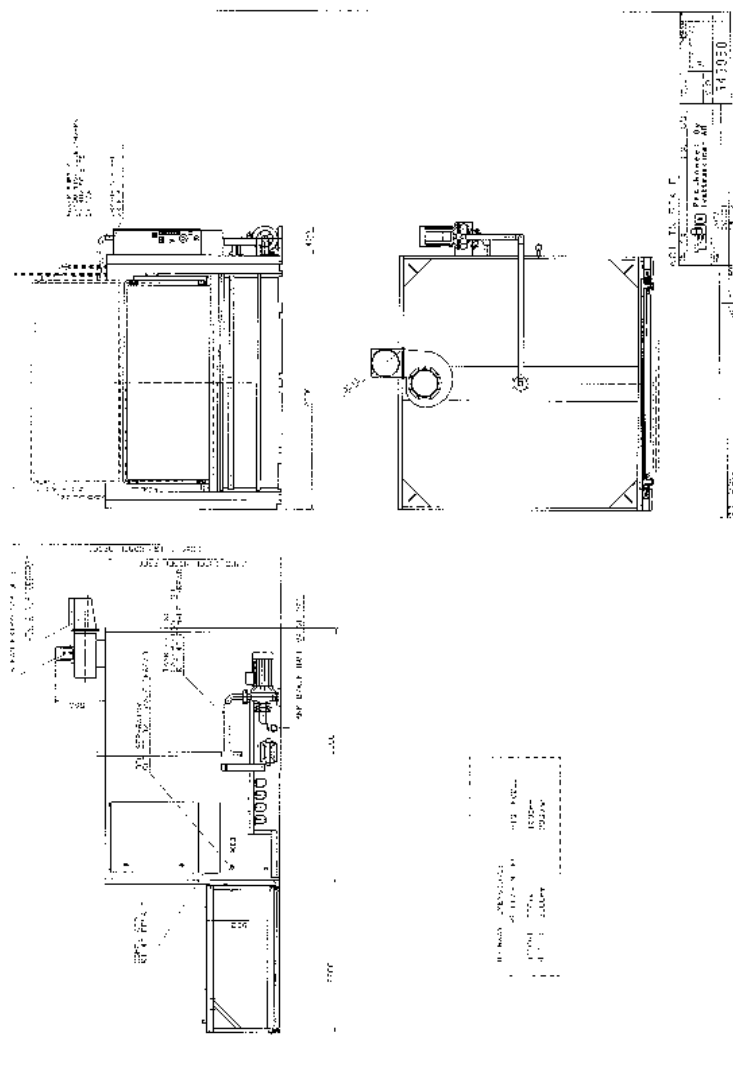
|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | 1 | 2 | 3 |
| A |   |   |   |
| B |   |   |   |
| C |   |   |   |
| D |   |   |   |

|      |          |          |
|------|----------|----------|
|      | min      | max      |
| A, B | 1095,000 | 1095,100 |
| C, D | -        | -        |

Mksiaalilaakeri

Muita tietoja:

## Liite 5. Kammiopesukoneen piirustukset



Liite 6. Lukituslängen päivitetty piirustus

